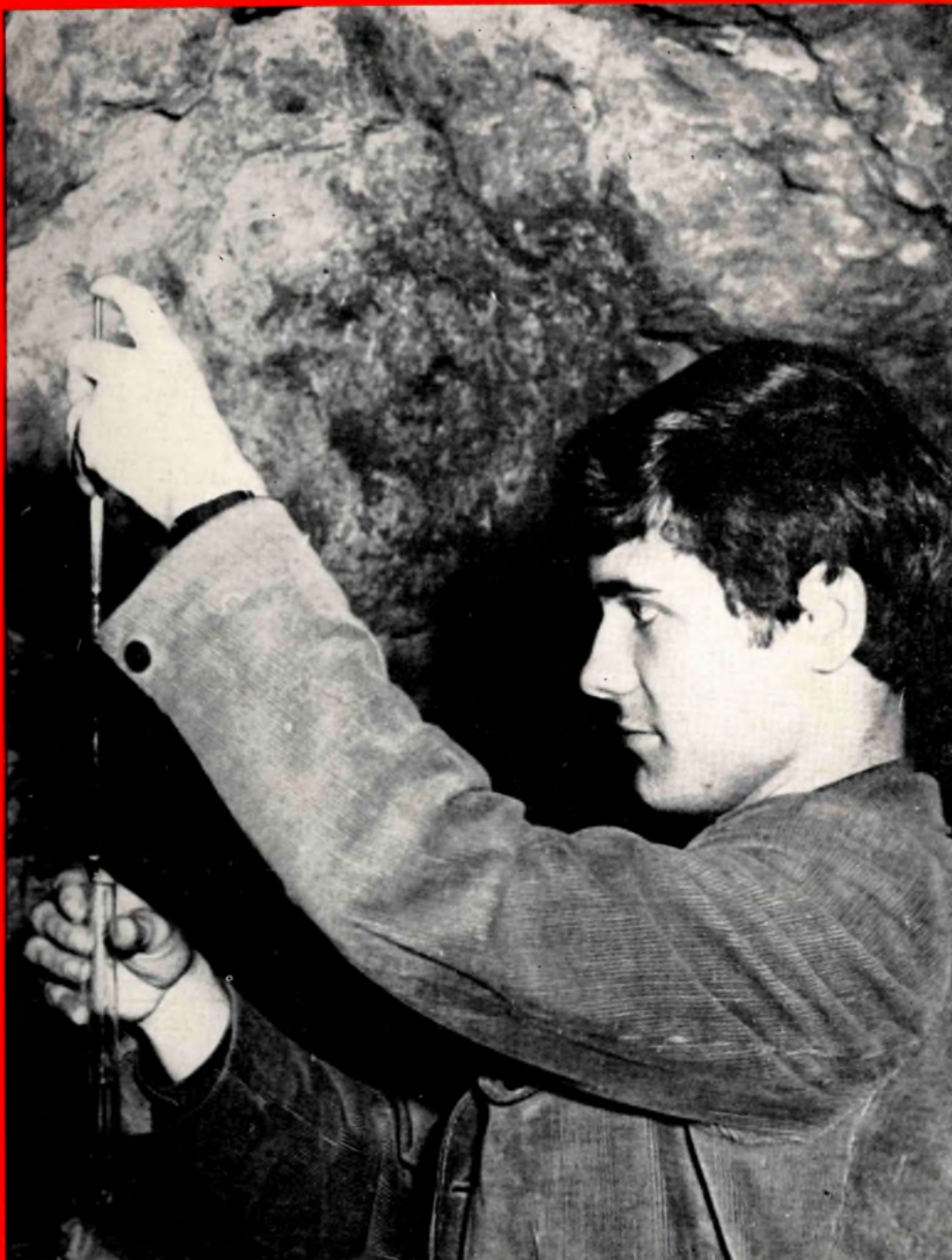


KARSZT *és* BARLANG

KIADJA A MAGYAR KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÓ BIZOTTSÁG

1967.
I.-II.



Szerkesztő:
Dr. BALÁZS DÉNES

Szerkesztő bizottság:
Dr. Bertalan Károly, Czajlik István, Dr. Dénes György, Maucha László,
Néppel Ferenc, id. Schönviszky László

Felelős kiadó:
JAMRIK KÁROLY

Szerkesztőség:
Budapest, VI. Gorkij fasor 46—48.

Kiadja:
A MAGYAR KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÓ BIZOTTSÁG
Budapest, 1967. I—II.

Készült a Globus Nyomdában 1969-ben

TARTALOM

É R T E K E Z É S E K

<i>Dr. Láng Sándor: Jugoszlávia dinári karsztjainak fejlődése (I. rész)</i>	1
<i>Dr. Balázs Dénes: Indonézia karsztbarlangjairól</i>	7
<i>Maucha László: Karsztos szivornyák mint hidraulikai jelfogók</i>	11
<i>Gáboros Miklós: A jösvafői Nagytöhonya-forrás vizsgálata</i>	17
<i>Cser Ferenc: A heliktitek képződési problémája</i>	21
<i>Barátosi Kálmán: A Budai Várbarlang</i>	29
<i>Révész Lajos: A Baradla Meseországának feltárása</i>	31
<i>Hazslinszky Tamás: Adatok az alsó-hegyi források ismeretéhez</i>	33
<i>Kösa Attila: Az alsó-hegyi zsombolyok tektonikájának statisztikai vizsgálata</i>	37

S Z E M L E

Újabb kísérleti adatok a kalcit-aragonit kérdés megoldásához (<i>Viczián István</i>)	40
<i>Külföldi hírek, lapszemle</i>	
Innen—onnan, Slovensky Kras.	41
Népszerű új könyvek	42
Pescseri	44
<i>Hazai karszt- és barlangkutatói események</i>	
Dr. Balogh Ernő 85 éves (<i>Dr. Csiky G.</i>)	45
Mentési krónika 1967. (<i>Dr. Dénes Gy.</i>)	46
<i>Társulati élet</i>	
Közygyűlés	47

Címképünk: Helyszíni vízvizsgálat a Budai Várbarlangban. (A Szabó József geológiai technikum fotószak-körének felvételeiből).

KARSZT ÉS BARLANG

KIADJA:

A MAGYAR KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÓ BIZOTTSÁG
BUDAPEST, 1967. I-II. FÉLÉV

Dr. Láng Sándor

Jugoszlávia dinári karsztjainak fejlődése

A karsztjelenségek kutatása kétségtelenül a legszenvédélyesebb ága a geomorfológiának. Ugyanis a formák különbsége, a karsztvidékek originális volta, a barlangok és a földalatti folyók körüli titokzatosságok szerepe már régóta foglalkoztatták a közelében élő emberek képzeletét. A felszíni és föld alatti karsztjelenségek kutatása napjainkban is nagyon fontos, mivel a mélyen tagozott karszt az egyik legalkalmasabb olyan közeg, amelyik mind a 3 dimenzió irányából betekintést enged a földkéreg felépítésébe és szerkezetébe. Különösen érvényes ez a megállapítás a jugoszláv karsztra, a Dinaridák nagy mészköves zónájára, ahol ezek a jelenségek sok tízezer km²-en kifejlődtek. Még a karsztos jelenségek nevezéktanának javarésze is innét, főként az isztriai karsztról származik, mint az itt lakó népek nyelvében élő kifejezések sorozata.

Ugyanerről a területről valók a századforduló előtt és századunk első negyedében a karszt kutatás terén elért első, nagy matézisek és szintézisek is, főként J. Cvijic karsztmorfológiai ciklustana alakjában. Cvijic és követői sok részletkutatást végeztek ezen a területen. Isztria és Albánia között.

Majd, Cvijic halála (1927) után, egyéb mérsékelt-övi, sőt trópusi karszterületek megismerése révén változott a szemlélet, még ezzel a „klasszikus” karszterülettel kapcsolatban is; főként német és francia karsztkutatók véleménye alapján. Megváltozott részben az egységes karsztvízszintre (*Grund*) vonatkozó nézet is, amely kapcsolatos ill. rokon jellegű volt Cvijic szintéziséhez. Főként O. Lehmann dolgozott ki új elméletet a karsztvízjáratok tevékenységével kapcsolatban; az irányzat fejlődéstani morfológiai.

Végül, a legújabb fejlődésszakaszban, még erősebben megváltoznak a karsztteória alapjai. Kiala-

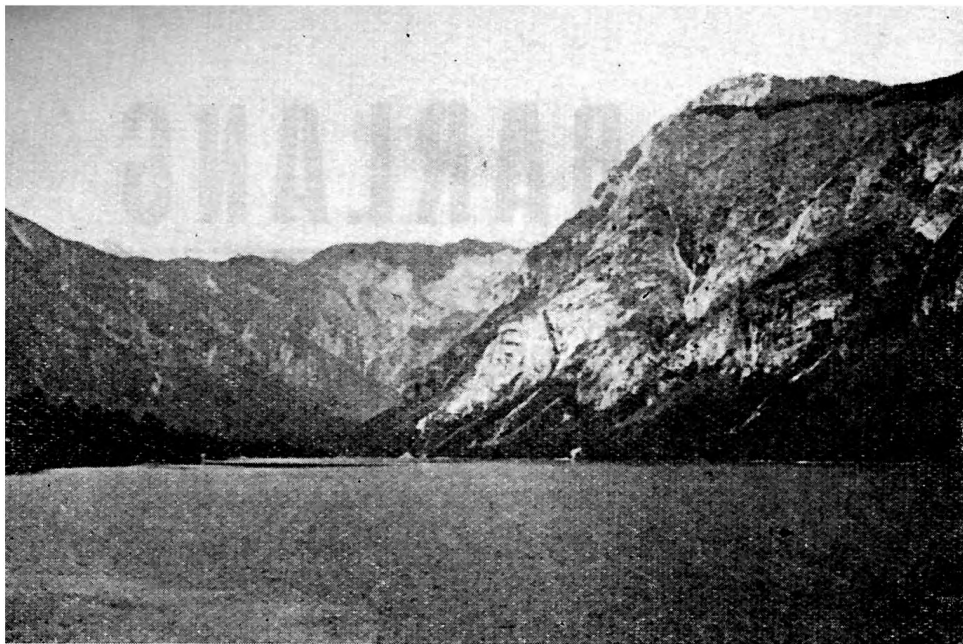
kul a klimatikus karsztmorfológiai elmélet, amely nem veszi számításba a főkarsztvíztől megszállott alapszintet.

A jugoszláv-dinári karsztra vonatkozó újabb karszt kutatási irányzatokat és azok eredményeit illetően, érdekes S.M. Milojevic kutatásai, mind a rész-analíziseket, mind pedig a szintetikus vonatkozásokat illetően. Ő nagy szerepet tulajdonít a felszínközeli ún. brachiklázisoknak, pár m-es szélességű és nem nagy mélységű repedéseknek, amelyek komplex eredetűek, a külső hőmérséklet ingadozásának hatására, sőt belső erők működése miatt is képződhetnek.

Sok barlang ilyen repedések, diaklázisok nyomán alakult ki, máshol viszont nem mutathatók ki.

Dolina (vrtaca) képződés. A dolinák Milojevic szerint csak a repedezett kőzetekben keletkeznek. Hangsúlyozza a kőzet nagyfokú érzékenységét a szétesés szempontjából az embrionális vrtaca mélyén. Többféle folyamat kombinálódhat itt: felszíni erózió, elágazó csatornákkal, oldás, mállás, az alján málladék-összegyülekezés, mire a dolina tovább már nem mélyül, az impermeabilis takaró miatt, hanem szélesedik. A változatos kialakulás mindenestre a brachiklázisok sűrűségétől függ.

A *hogazi* — Milojevic meghatározása szerint — terra rossával többé-kevésbé kitöltött kisebbfajta berogyás, 2—4 m átmérőjű és 4—5 m mély, hol U formájú, hol bekerített, vagy háromszögű, dolinák, poljék fenekén, karsztos síkságon figyelhető meg, Cvijic szerint csak átmeneti forma. Kopasz karszton nincs ilyen. Helyzetük független a topográfiai fekvéstől, expozíciótól és a közetteleptől is. Hasonlítanak a lapiezekhez és bizonyos fokig közös is a genetikájuk, mert a repedések előre kijelölik képződésük helyét, így a diaklázisok a nagyobb, a



Bohinj-tó a Juliai-Alpokban.

brachiklázisok pedig a kisebb méretűekét. A Cvijic féle *strugek* (= bogazi) oldódás, felszíni leöblítés és a különböző mértékű kőzetellenállás termékei. *Milojevic* szerint viszont az oldódás és a mechanikai erózió — mai értelmezésében — elégtelen a képződésükhöz, így szerinte e formák fosszilisak, ma nem képződhetnek, s csak bizonyos vidékeken maradtak meg. Bizonyos előfeltételek mellett a bogazi, a dolinák egyik különös, kisebb fajtájaként, kellő petrográfiai előfeltételek mellett alakulhat.

A *prijedor* vagy *sedlo* a mélyedések közötti nyereg.

Milojevic kortársai érdekes kutatásokat folytattak a fedett karsztokkal kapcsolatban. Erre a jelenségre jugoszláv karsztos területen először *J. Chataigneau* hívta fel a figyelmet a Romanija karsztján, amelynek impermeabilis takarója a holocénban tűnt el és az eredeti, felszíni vízhálózat elsorvadt és a föld alá tevődött át, a berogyó dolinák még nagyon sekélyek, ritkásak és nem nőttek még össze.

Az ilyenfajta karszt fedett jellege a pannóniai medence és a belétorkolló széles folyóvölgyek (Száva, Morava) környékén alakult ki, fiatal üledéktakaró révén. Így pl. a Sarajevo-medencét is kitölti ilyen pannóniai jellegű, agyagos-homokkőves fluviolakusztikus üledék 600 m tengerszint feletti magasságig. *P.S. Jovanovic* pl. a Soko-Banjai-karsztot tanulmányozta, amelyik ilyen jellegű, a Devica (1186 m) és az Ozren (1211 m) tönkjei között. A Karszt forrásai e területen Ny, DNy felé 800–900 m-en fakadnak fel, míg É, ÉK felé, amerre a térszín is alacsonyodik, csak 400–500 m a források szintje. A Karsztot Ny-on impermeabilis agyag, É, ÉK felé pedig neogén agyag és homok burkolja be, ugyanígy a Rtanjban is, ahol vetővel érintkezik a neogén összlet az idősebb karsztos kőzettel. A karsztfejlődés itt az egykori Sokobanjai tó szintjéhez igazodott, a fejlődés egyes állomásai

előbb a 830-as, majd a 720, 600 és 520 m-es távolságoknak megfelelően haladtak előre, utóbbi stádiumot a Marovica epigenetikus antecedens völgy-bevágódása váltotta fel.

B. Jovanovic és *M. Petrovic* hasonló fejlődésfázisokat konstataáltak a *valjevoi* fedett karsztban, de itt kissé hosszabb volt a fejlődésmenet. Így: 1. az általános kiemelkedéssel itt előbb felszíni erózió indult meg; 2. a karszterózió és vertikális formák első generációjának kialakulása a krétakori tenger elvonulása után következett; 3. a fiatal harmadidőszaki tenger üledékei befedik az óharmadidőszaki karsztos formákat, amelyek egy része még ma is csak alig exhumálódott; s végül 4. a harmadidőszak végi beltenger és balkáni beltavak visszahúzódása Valjevo környékén, a karsztosodás feléléde.

Ami most már, további részletkutatások bemutatásának mellőzésével a klasszikus jugoszláv karsztelmélet kritikáját és revízióját illeti, sem *Milojevic*, sem *Jovanovic*, sem a német karszthidrológusok nem képeztek közös frontot *Cvijic* régi elmélete ellen, sőt *B. Jovanovic* csak megerősítő jellegű eredményeket mutatott be. A harmadik jugoszláv karsztkutató nemzedék, amelyik 1934 után publikálta munkáit, végső soron oly módon intézett támadást a klasszikus karsztelmélet ellen, hogy elhagyta a főkarsztvízszintre vonatkozó eszmét, amely a ciklikus karsztfejlődés teóriájához csatlakozott. Utóbbi fogalmat a *karsztkorrúzió teóriája* helyettesíti, amely az alluviális felszín alatt különleges körülmények között megy végbe és hátráló denudációval, a karsztfelszín és a poljék képződéséhez vezet. A karszt letarolási felszíneinek és az itteni, különböző magasságú felszíneknek a fejlődése központi kérdéssé vált, tekintettel e felszínek végtelenek tűnő nagy kiterjedésére, egyhangú, lapos voltára, telehintve humokkal és mélyre bevágódott

kanyonokkal. E különlegesen dinari tájnak ugyanis nincs semmiféle hasonmása pl. a trópusokon. Emiatt azután új probléma jelentkezik itt: az ősklíma hatása e különleges felszín fejlődésére.

Ezek a feltevések főleg *K. Kayser* és *J. Roglic* munkáiban jelentkeznek, akik különböző megoldásokat választottak magyarázatul. Nem lenne azonban helyénvaló úgy tekinteni, hogy koncepciójuk teljesen új. A dinári karsztra vonatkozó még régebbi tanulmányok ugyanis kimutatták már a kéregmozgásoknak a karsztfejlődésre gyakorolt túlnyomó szerepét és kizártak mindenfajta ciklikus jellegű értelmezést, így a karsztkorrózió döntő hatást gyakorol az alluvialis felszínre.

Egyedüli és teljesen új viszont *J. Roglic* klimatikus morfológiai karsztfejlődési elmélete, amit megmegerősítettek 1934–35-ben tett trópusi megfigyelései.

A két teória kialakulását illetően, említsük meg elsőnek az egyik fontos előzményt, a tektonikus mozgások szerepének értékelését, a régebbi jugoszláv geológusok kutatásai nyomán. Különösen jelentkezik ez az irányzat *Koch* munkásságában, aki a karsztos folyóvölgyek és kanyonok (pl. Korana) fejlődését kéregmozgásokkal, vetőkkel hozza kapcsolatba, ugyanúgy az Una, a Lika, vagy a Zrmanja völgyét is. Tektonikus eredetűek nála a Velebit-zóna kisebb-nagyobb poljei és uvalái is. Ugyanígy, *Poljaknál* is csak tektonikus eredetű poljeképződésről olvashatunk, az Ogulin-polje víznyelői pl. szerkezeti vonalra települtek, hasonlóak a forrásfeltörések vonalai is. Ezenkívül, a különböző mészkövek szerkezete és fáciése is nagyon fontosak a formaképződés szempontjából. Függőleges dőléskor gyakori a taraj- és a lapiezképződés. A táblás mészkövek repedései gyorsan kitöltődnek *terra rossa*-val. A kissé heterogén jellegű rétegsorban a lepusztulás gyorsan utat tör a legkisebb ellenállás irányában, így van ez a barlangok belsejében is, ahol az üreg-

bővülés a törések, flexurák, vagy repedések irányában történik. A Plitvicei-tavak régi barlangi zónát foglalnak le. „Il n'est donc par naturel d'expliquer les formes Karstiques sans la collaboration des processus tectoniques”, mondja *Poljak*. Nem lehetséges igazolni a kis formák átmenetét a nagyokba, pl. a poljéba, még az uvala sem átmeneti forma, szemben *Cvijic* véleményével.

A karsztos mélyedések képződését illetően, növekvő nagyságrendben — népi elnevezések alapján — *Poljak* öt típust különböztet meg. 1. A *ponikva* (vrtaca), kicsiny, hosszú mélyedés, törésvonalak, repedések hosszában keletkezik, majd eróziósan is mélyül. 2. A *korito* kissé nagyobb az előzőnél. 3. Az *uvala* nagy, hosszú, száraz, hullámos sziklás fenekű, (Cvijicnél is nagyobb kiterjedésű, mint a *vrtaca*; 2–3 km hosszú is lehet, sok vrtaca és nyereg tagolja). *Ponikva* és *vrtaca* szükségszerűen nem is kapcsolódnak min.ig egymáshoz. *Cvijic* szerint az említett három forma (*ponikva*, *vrtaca* és *uvala*) a rétegcsapás irányában alakult ki. Ezt az állítást azonban általában cáfolják a Nagy-, a Kis-kapela és a Velebit hasonló jellegű mélyedései, amelyek tektonikus vonalakat követnek, nem pedig rétegcsapást. *Hasonló megfigyeléseket tehetünk* az Adria-parti szigetek peremein, ahol az erősen gyűrt mészköveken nagyon változatos rétegcsapásvonalak lehetségesek, de a gyűrt rétegfejeket mind a denudációs, közel vízszintes felszínek, mind pedig a szigetek kontúrját kijelölő, fiatal kéregmozgásokkal létrejött peremtörések metszik. E törések mentén a szigetek közti részek besüllyedésével nyomult be a tenger. Különben, hogy a tektonikus vonalak és a rétegcsapások szükségszerűen nem keverednek, azt már *Kayser* észrevette *Karsthydrographie*-jében. Uvalák nem fejlődtek ki pl. a *ponikv*ekkel telehintett magas fennsíkokon, pl. a Dél-Velebitben.

Végül, még az *uvalák* és *poljék* kapcsolatának problémáiról szólunk, *Cvijic* és *Poljak* kutatásai

Cetinje környéki
karszt.



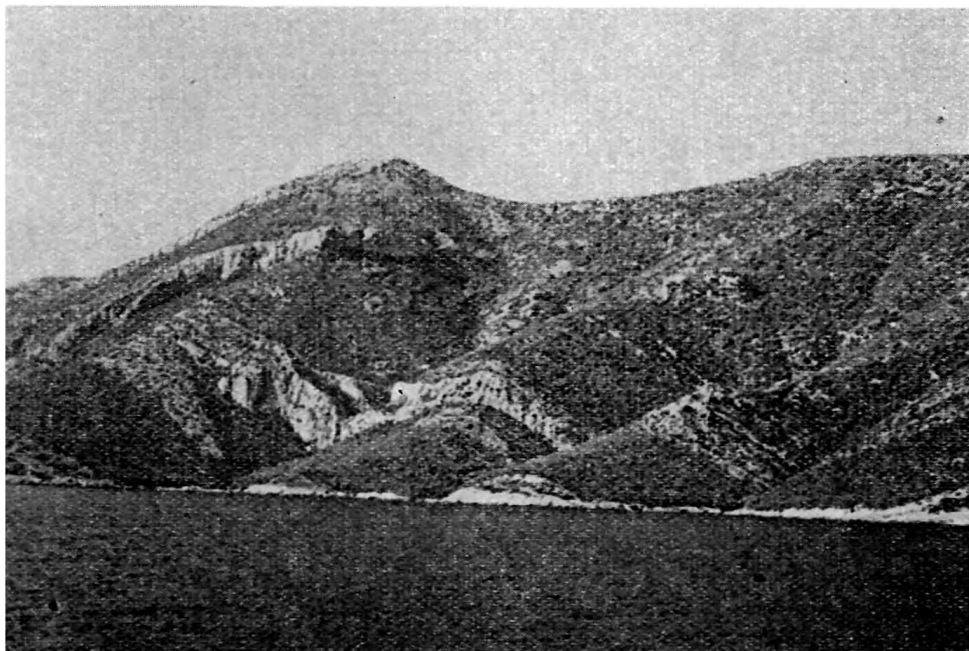
alapján. Így: 1. Egyik forma se követi a rétegek csapását. 2. Mivel a polje sík alapú, az uvala pedig hullámos, sziklás aljzatú forma, Cvijic szerint az uvala továbbfejlődéséből polje képződik. Azonban uvala is lehet sík fenekű és polje is hullámos fenékel, mint pl. a *Gacko*-polje felső része. Azonban a poljét időszakosan karsztvíz töltheti ki, és így a poljefenek ezért lehet oly sík, mint akkumulációs térszín, ez azonban szabálytalan alakú, a feltöltés mértéke szerint. 3. A poljefenek — *Cvijic* és a klasszikus karsztfejlődési elmélet szerint — folyami eróziós úton jött létre. Azonban, ha van is ott állandó erózió, ennek hatása mégis nagyon gyenge, mert kevés a folyami hordalék, míg a planinakon semmi nyoma sincs az erózióknak. Nehéz ennek alapján elképzelni, hogy egy kilométeres nagyságú uvala milyen folyamatok hatására alakulhat át 20–30 km hosszú poljévé, mondja *Poljak*. 4. Az uvala kiszélesedésének *Cvijic*-i elmélete, amelyet *N. Krebs* is helyesnek látott, az egységes karsztvízszint *Grund*-i teóriáján alapult. Azonban egész sor tény cáfolja, hogy egy nagyobb karsztos mélyedés nem fejlődhet ki egyetlen karsztvízszint létezése mellett. Pl. a *Duvno*-polje esetében a sziklás aljzat alatt zajlik le a szokásos állandó karsztvíz áramlás. A mai hidrográfia — a poljék esetében — csakis a főkarsztvíz szintje alá történő fokozatos besüllyedéssel alakult ki. Sok eső után, a főkarsztvízszint felemelkedésével a poljét elöntheti a víz, ha a poljefenek kitöltése vizet át nem eresztő, mint pl. a *Sinjsko*-polje esetében, az elöntés oka a források hozama és a ponorok nyelőkapacitása közötti különbségből adódik. Az itteni források pedig nem keletkeztek a területnek a főkarsztvízszintig való lesüllyedésével kapcsolatosan, a forrásokon kitörő víz eróziója gyenge, nyílásuk körül nagyobb eróziós tevékenységnek nincs is nyoma, azok a nagy letörések lábánál fekszenek, nagy sziklatömbök fedhetik be a nyílást, és a víz nem szállít hordalékot. Az elnyelt víz pedig nem halad nyílegyenesen a legközelebbi források felé, hanem igen bonyolult járatrendszereken át, szifo-

nokon, föld alatti tavakon keresztül, pl. a *Plouca*-folyó (*Livno*-polje) vízfestésekor kitűnt, hogy 12 nap alatt a víz csak 12 km-t tett meg. Így a föld alatti járatok képződését is tektonikus vonalak, diáklázisok, törések határozzák meg, hasonlóképpen a víznyelők és a források helyét is, csak az erózió és a denudáció képtelen az uvalák és a poljék kialakítására, még kevésbé a kanyonok képződéséhez, *Poljak* szerint.

A dinári karszt fejlődésével kapcsolatban már 1918-ban a magyar *Terzaghi* erősen aláhúzza a karsztkorrózió szerepét, a *Gacko*-poljében végzett tanulmányai alapján. Szerinte az erdőtakaró jelenléte nagyon kedvez az ún. korrózióknak, a mikroorganizmusok jelenléte miatt és a bő nedvesség hatására is. Csak a poljefenekén, az elárasztások miatt fékeződik le a korrózió, amikor védő jellegű folyami hordalék is lerakódik, és a poljefenek így a korrózió számára immunissá válik. Majd, esetleges kiemelkedéssel, fiatal kéregmozgások nyomán exhumálódik a korábbi korróziós felszín, és a folyók kis kanyonokat is mélyíthetnek bele.

Terzaghi feltevéseihez hasonló jellegűeket állapítottak meg azok a kutatók, akik trópusi karsztokat tanulmányoztak, így *Danes* (Jamaica, Jáva), *Cuisinier* (Vietnam), *Sawicki* (Thaiföld), továbbá *Chabot* is felvetette 1935 után a különböző klímaviszonyok mellett lezajló eltérő karsztfolyamatok problémáját, szemben a hagyományos mérsékeltövi, dinári típusú karsztokkal. Emiatt, hogy ezek a felismerések bekövetkeztek, tovább nem is volt fenntartható a *Cvijic* értelmezte karsztciklustan, hanem módosítására került sor, amennyiben figyelembe vették — a mészkő természete mellett — hőmérséklet és a csapadék meghatározó szerepét, valamint a függőleges kéregmozgásokat, és nem volt szükség a továbbiakban a főkarsztvízszint-teória feltételezésére, ennek ingadozási problémájára sem.

K. Kayser (Ztschr. d. Ges. f. Erdk.) Montenegró karsztjaival foglalkozott, ahol az eljegesedés kissé elhomályosítja néhol a karsztosodást. Ő is határo-



*Peļjesac-félsziget
gyűrt karsztos mészkőve.*

Az Ombla-forrás folyója
Dubrovnik mellett.
(Dr. Láng S. felvételei)



zott ellenzöje a régi karsztvíztükör-elméletnek és a karsztciklus-tannak is. Szerin e a fő hatótényező a korrózió, amelyik nagyon jellemző letarolások felszínének képződéséhez vezet a mészkötőmeg szélén, ahol összegyűlekeznek a vizek, így az ún. karszt-peremi síkságokon, továbbá a poljék területén. Az egységes karsztvíztükör helyett pl. — igen helyesen — „többtagú karsztvíztömegről” beszél. Azonban felfoghatatlan, hogyan képződhetnek sík felszínek a nagy víztükrök (tenger, Shkodrai-tó) közelében. Bizonyára lehetséges, amint azt J. Cvijic is kimutatta már, hogy egy uvala, oldalozó eróziós növekedéssel poljévé alakul át. Azonban nem szabad megfigyelkezni a poljeképződés másik két módjáról: az erózióról és a kéregmozgásokról. A Cetinje-poljének pl. dolomitos központi része van, szelíd formákkal, peremi vetők és állandó források nélkül. Mint prekarsztos ösvölgyi részlet, tektonikus mozgásoktól mentesen fejlődött ki, nem úgy azonban pl. a Niksic-polje.

A karsztkorrózió és a „karstrandebene” fogalma.

A poljefelszínek és a parti felszínek lesimitásában a karsztkorrózió nagy szerepet játszik, mivel az alacsony területeken nagyon bőséges a beszívárgott víz elötörése, találkozik a vizet levezető sok-sok, karsztos járat, közel kerülnek egymáshoz az aktív forrásbarlangi nyílások, buja a vegetáció, alluviális felhalmozódás is összegyűlhet, és így a víz oldó hatása jobban érvényesül, erősen korrodálódik a felszín. A síksággá való letarolódás nagyon jelentős a nagy karsztforrások és a karsztos szárazvölgyek környékén. (Ennek különben jócskán ellentmond pl. az Ombla, vagy a kotori nagy forrás esete). Így a felszín ugyan alaposan lealacsonyodik, de azért szigethegyekkel, humokkal, tört lejtőkkel néhol eléggé tagolt. Ilyen felszínek mutatkoznak pl. a

Shkodrai-tó partja körül és a Neretva alsó szakasza mellett, de hasonló lehet a Karlovac és Kistanje feletti karszt is. Ezeknek fejlődése Kayser szerint hasonló a poljefenek fejlődéséhez. Ugyanis időszakos elöntések idézik elő az alluviális felszínek kialakulását és kiszélesedését, különösen a magasabb lejtők lábánál, tehát a vízösszegyűlekezések helyénél, erős korrózió esetén.

Kayser elmélete tehát összehangolódik N. Krehsével, ami szerint a felszínek laterális erózióval képződnek, magasabb szinten maradnak, humokkal tarkítottak, de Kayser szerint a normális erózióknak semmi szerepe nincs az oldalirányú fejlődésben és az sem szükséges, hogy a poljefenek a karsztvíz szintje közelében legyen. Az egyedüli véletlen az, hogy a felszínek valamennyien azonos magasságban fekszenek.

Fentiek alapján Nyugat-Montenegro említett karsztfelszíni részletei az alábbiak, Kayser szerint:

1. A Shkodrai tó melletti igen alacsony felszín, fiatal „karstrandebene.”
- 2/a. és 2/b. A kiemelt, idősebb, kettős „karstrandebene” 150—200 és 350—500 m magasságban.
3. Száraz, széles völgyfelszínek a mosorok környezetében, még régebbi kiemelkedés tanúi (650 m).
4. Elsődleges tönkfelszíni maradványok és összetöredezett mosor-hegyvidék (900—1200 m).
5. Parti hegységi csúcsrégió (1300—1500 m).
6. Régi parti hegységi zóna (Lovcen, Orjen, 1700—1900 m).

A különböző felszínek eltérő korúak, letörések mentén egymástól jól elkülönülnek, erősen differenciáltak, és egymásba illeszkedők, kenyér- ill. cukor-

süveg alakú szigethegységekkel telehintetten. Az itt-ott jelentkező mosorok régi dinári hegységvonulatok maradványai, míg a *humok* korróziós felszíni maradványok. Néhol, mint pl. Dalmáciában, ingadozó folyók hordalékai is befedhetik a karsztperemi síkságokat, máshol erős a korrózió („chemische Lösung unter der Aufschüttung”) és *Penck*, ill. *Kayser* magyarázata szerinti fejlődés is (Verebnung von Aufschüttungsformen und Abtragungsformen). Az alsó felszínek állandó jelleggel a fölöttük következő rovására terjednek, ezek pereme így szét is darabolódik és újabb szigethegységek képződnek, a karsztforrások vonala is jelöli a peremeket. Azután, kéregmozgások kiemelkedés során a sziklás alapzat elveszti alluviális takaróját és a felszín ún. felső felszín alakul át.

Saját nézetem szerint a fejlődés menete a területen az ún. trópusi karsztfelszínfejlődés volt.

Ami a karsztosodás lepusztulási formáit és a montenegrói karszt típusát illeti, *Kayser* megállapításai az alábbiak. A montenegrói karszt (mediterrán típus) nem elég sűrű az erdőtakaró, így az alluviális takaró alatt látszanak az üreges formák. Főleg a heves záporok fejtik ki erős szétaraboló hatásukat a sziklafelszínen. Bár az éghajlat döntő tényező, mégis olyan sok a karsztos forma, hogy a karsztosodás a jelenkorinál kissé régiebb. Így a két felső szinten a kisebb formák már kevésbé kifejezettek: aszimmetrikus töbrök, átmérőjük a köztes *humok* lejtői miatt csökkentett, kevésbé mélyek a lapiazok (az Alpokéhoz képest kisebb méretűek), tekintettel arra, hogy a hőtakaró hiányzik. Az 500 m-es tönkfelszínen azonban a dolinák sűrűbben fordulnak elő és mélyebbek. A Cetinjei- és a Niksici-polje peremein, ahol épebbek a mészkőtakarók, mintha ezernyi dolinával vágta volna menetet a felszínbe és e lejtőket mintha teljesen felszántották volna, a felszín mély beszakadások és éles kiemelkedések sűrű változata. A vidék arculata a „cockpit”-hez hasonló „kegelbereg” miatt trópusi karszt jellegű, a lejtők meredek, a szögek, élek hegyesek, nagy töbrök és uvalák egyesülnek embrionális poljékké, némelyeket víz önt el és működik a korrózió. A repedések menti lapiesek bogazikká szélesülnek. Sok a függőleges barlangi forma, a fejlődés első stádiumában (ziva voda, jama), de ezek szárazak, bőven vannak óriásdolinák is.

Kayser megállapításai nagyon megfontolandók ugyan, mégis azonban, neki saját magának is gondot okoz határt vonni következtetései terén. Így pl. kérdés, hogy ez a denudációs peneplenizáció ma is folyik-e? Hogyan lehet megmagyarázni a nagy-kiterjedésű peneplének képződését és rá lehet-e az előbbi folyamatokat ezekre is vezetni?

Montenegróban, a karsztos letarolódás ma a parti, periferiális lapos felszínek, továbbá a poljék képződésére korlátozódik. Kétségtelen az, hogy lehetetlen fejlődésciklusokról beszélni, miután a laterális és a mélyítő erózió nem kapcsolódik a fő-karsztvíznek valamiféle helyzetéhez. A karsztosodás elméletileg a mészkőtömegek kiemelt és szétvágott

jellegéhez kötött, vagyis nincs kapcsolat a tengerszint és e felszínek között. Mégis, a legtöbb esetben a karsztos korrózió folyami eredetű felszínt retusál, vagy dolgoz át (Rumpfffläche), amint azt *Blanc* megállapítja, másfelől a poljék oldalirányú terjeszkedése az előtörő karsztvíztevékenység révén nem mindig gyors. A fokozatosan besüllyedő tektonikus poljében pl. a letarolódás nehezebben magyarázható meg, miután a poljefenék kiterjedése csökken, a peneplenizáció így csak helyi és nem magyarázható az összeolvadással a kiterjedt felszínek képződése a polje mélyén.

A száraz poljékban (pl. Cetinje) a folyamat lassú, a kiszélesedés csak a lejtőletarolódás révén megy végbe. Mindenesetre a korrózió szerepe itt is és az egész Dinári-karsztban nagyon figyelemre méltó és még többet kell ezzel a kérdéssel foglalkozni, különösen az „öklíma” vonatkozásában, amit *Blanc* fejez így ki. Részünkről pedig kiemeljük a trópusi karsztosodás igen nagy jelentőségét. Így, ezen a módon, a karsztosodás sokkal gyorsabb. Erre utal *J. Roglic* klimatikus morfológiai karszt-elmélete is, amint ezt is látni fogjuk.

A tanulmány befejező részét a Karszt és Barlang 1968. évi számának 7—10. oldalán közöljük.

A

KARSZT ÉS BARLANG

előző számai beszerezhetők

a

*Magyar Karszt- és Barlangkutató
Társulat
irodahelyiségében*

Budapest, VI., Gorkij fasor 46—48.

Ára füzetenként 10 forint

INDONÉZIA KARSZTBARLANGJAIRÓL

Az Indonéz-szigetvilágban sokféle és helyenként tekintélyes kiterjedésű karsztos területeket találunk. A csapadékos trópusi éghajlat hatására a mészkőfelszínek pusztulása az általában kevesebb csapadékú mérsékeltövi karsztterületekhez képest viszonylag gyorsabb, de az adott területen az egyéb kőzetfélésekhez hasonlítva lassúbb folyamat. Mindezek eredményeképpen a szigetvilág karsztterületei *a környezetből kiemelkedő, sajátos trópusi formakincs-csel* (un. kúp- és toronyheggyekkel) rendelkező tájegységek.

Indonéziai tanulmányutam során — munkatársammal, Horváth Mihállyal — több tucat barlangot sikerült személyesen is felkeresnem, és több mint száz azoknak az üregeknek a száma, amelyekről irodalmi adatokat szerezhettem. A jelen tanulmányban elsősorban a saját tapasztalataim, valamint irodalmi adatok alapján ismertetem a szigetvilág karsztbarlangjainak legfontosabb jellemzőit.

1. Genetikai jellemzők

A geológiai adottságok folytán a szigetvilágban a barlangokat bezáró kőzetek keletkezési ideje igen különböző: Közép-Szumátrán főleg permokarbon mészkövekben fejlődtek ki a legnagyobb üregrendszerek, Jáva-szigeten miocénkorú mészköves felszínek, Dél-Sulawesin eocén, Irian Barat-ban és a környező szigeteken pedig másod- és harmadkorú mészkövek karsztosodnak. A fiatal kéregmozgások a Maluku-szigetvilágban néhol már tekintélyes magasságba emeltek negyedkori korallképződményeket is, ezeken megindult a karsztosodás, azonban ezek a kőzetek porózus, laza szerkezetük miatt nagyobb üregképződésre alkalmatlanok. A szigetvilág legnagyobb barlangrendszerei harmadkori mészkövekben alakultak ki. A mészköves felszíneket uraló mai kúpos-tornyos formakincs és egyben a karsztmasszívumok belsejében létrejött barlangok kialakulási időszaka a harmadkor vége (főleg pliocén) és a negyedkor.

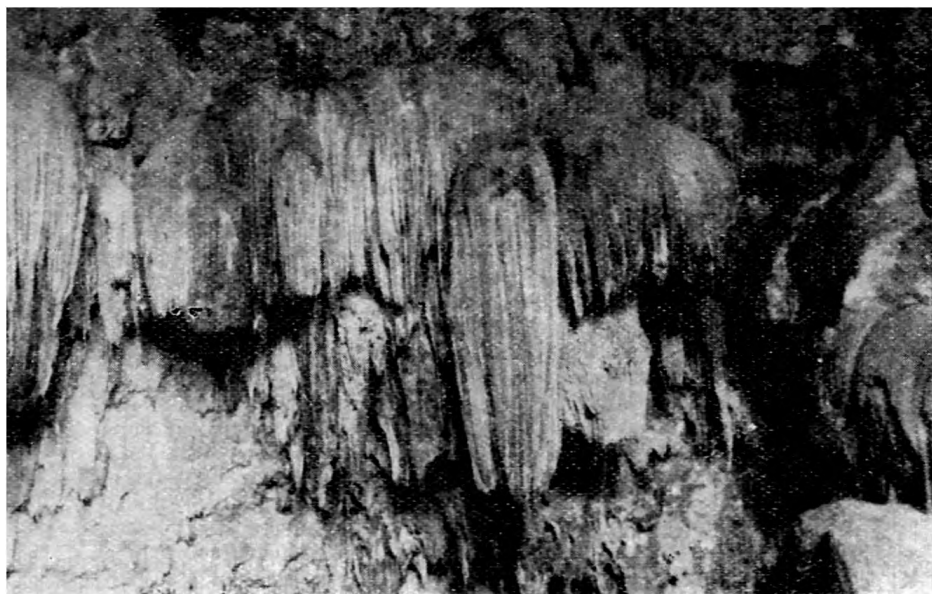
Ha azt vizsgáljuk, hogy a nagyobb méretű üregrendszerek kialakulásában milyen *hatóerők* játszották a legnagyobb szerepet, akkor a legtöbb esetben elsőként a nem karsztos területek, un. exogén vizeit kell kiemelnünk. A lazább kőzetek (agyag, márga, homokkő, vulkáni breccsa stb.) denudációja, felszíni letarolódása gyorsabb folyamat, mint a mészköves terület pusztulása, így a mészköves területek közelében impermeábilis kőzetekből álló depressziók alakulhatnak ki, ahonnan a lefolyó csapadékvizek — koncentrált formában — a karsztos terület üregein keresztül tudnak eltávozni. Kétségtelen, hogy ezeknek az üregeknek kialakulásában is elsődleges tényező a tektonika volt, azonban a primér hasadékok bővítésében a főszerepet a víznyelőkön át beáramló külszíni vizek korróziós-eróziós hatóereje vette át. Ez a genetikai sorrend

nem tér el a más klímaviszonyok alatti barlangfejlődéstől, azonban itt ismét azt kell hozzátennünk, hogy a bőséges és főként igen intenzív (zivataros jellegű) csapadékvízviszonyok miatt a barlangok ki-fejlődése mechanikus úton sokkal gyorsabb folyamat, mint pl. mérsékelt égövben.

De nemcsak a barlangképződés folyamata nagyon erőteljes, hanem a barlangok pusztulása is. A barlangjáratokba behatoló áradmányvizek sok hordalékot szállítanak magukkal, amelyekkel az üregeket eltöltik. A víz azonban utat keres és talál is magának a karszt litoklázisaiban: a barlangok képződése és pusztulása egymást váltó, egymás melletti permanens folyamat. A vertikális kéregmozgások, a helyi erózióbázis mélyülése stb. miatt itt is jellegzetesek a többszintű barlangok, ill. az egymástól izolált, különböző szinteken kialakult üregek. A felszín pusztulása folytán sok, hajdani összefüggő vízjárat felnyílik, felaprózódik. A fennsíkokon található barlangok 90—95%-a ilyen felszakadt, szenilis-maturus üreg.

A Kali Sutji-büvőfolyó 50 m magas víznyelő barlangszája a Gunung Sewu-karsztvidék (Közép-Jáva) északi peremén.





A trópusi szigetvilág karsztharangjainak falait a pusztuló, málló cseppkő-képződmények tömege borítja.

2. Hidrológiai adatok

A különböző karszterületeken levő barlangok **jelenlegi** hidrográfiai viszonyait ezen üregeknek a helyi erőzőbázishoz viszonyított helyzete határozza meg. Az indonéziai trópusi karsztokon — éppúgy, mint más égővi karsztvidékeken — megtaláljuk a magasabb szintek **száraz** barlangüregeit (hajdani aktív barlangrendszerek tanüregeit), az **időszakosan aktív** és állandóan aktív, **patakos** barlangokat.

A karszt belsejében található vizek mozgási törvényei a trópusokon sem különböznek a mérsékelt égövön hatóktól, a karsztvizek fizikai-kémiai tulajdonságai azonban a klímaviszonyok következtében már eltérő adatokkal jellemezhetők.

A barlangokba jutó, ott stagnáló vagy mozgó karsztvizek főbb mutatóit vizsgálataink alapján a következő összeállításba foglaltuk (szélsőséges adatok mellőzésével):

A karsztvíztípus leírása	Hőmérséklet C°	pH	Kémiai vizsgálatok			
			Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	CaCO ₃	
					mg/l	nk°
Viznyelőkön át koncentrált állapotban az üreghálózatra lépő vizek (buvópatakok, ill. buvófolyók impermeabilis felszínen összegyűjtött vizei, <i>β</i> típus)	24—30	6,7—6,8	15—25	6—8	60—100	3,5—5,5
A karsztos közeletrétegen át szivárgással a barlangba jutó vizek (sztalaktitokról és a mennyezet hasadékaiból lecsöpögő vizek, <i>α</i> típus)	23—27	6,8—7,3	40—100	7—12	150—280	8,5—16,0
Barlangi patakok, tavak (<i>α</i> és <i>β</i> típusú vizekből származó felszín alatti karsztvíztömegek)	24—27	6,9—7,2	40—100	6—15	150—220	8,5—13,0

Az összeállításban szereplő keménységi adatok kb. 30—50%-kal alacsonyabbak, mint a magyarországi karsztvidékekről származó többszáz barlangi vízminta átlagértékei, de valamivel alacsonyabbak Közép-Európa más középhegységi karsztvidékeiről származó adatoknál is, viszont kissé magasabbak, mint amiket külföldi szerzők (*Corbel, Gerstenhauer, Lehmann, Sweeting*) más trópusi karszterületeken mértek.

Mivel a csapadék nagyobb hányada heves záporok, zivatarok formájában jelentkezik, az aktív vagy időszakosan aktív barlangokon időnként pusztító áradások zúdulnak keresztül. Ezek az áradmányvizek a nyílt viznyelőkön át nagymennyiségű felszíni málladékot, kőzetanyagot szállítanak szilárd halmazállapotban, de a barlangok belsejében is jelentős fizikai pusztítást visznek végbe. A barlangi áradmányvizekben m³-enként olykor 10—20 kg talaj- és kőzetrészeket is találhatunk.

3. A barlangok formakincse

A barlangok profiljait mindenekelőtt a kőzetben létrejött üregformák (*negatív formák*) határozzák meg. E tekintetben a trópusi barlangok nem sokban különböznek a mérsékelt égövi üregektől. Szerkezeti okok folytán vannak jellegzetes hasadékbarlangok, máshol a csőszerű folyosók dominálnak. A tektonikailag összetörtebb anyakőzetben gyakoriak az üregek mechanikus felharapódzásai, nagyobb barlangtermek alakulnak ki, melyek néha a felszíning szakadnak fel.

Sokkal jellegzetesebb az indonéziai (s általában a trópusi) barlangok belső *pozitív formakincse*. Ezek döntően kétfélek lehetnek: *kémiai úton létrejött képződmények, vagy fluviatilis eredetű akkumulációs formák (kitöltések)*.

A barlangokban *kémiai úton* kialakult formák a különböző cseppkő- és mésztufaképződmények. A trópusi barlangokra a cseppkővek sokasága, tömege jellemző. Már a barlangbejáratok felső pereimeiről is hatalmas sztalagmitok lógnak le, amelyek azonban külszíni képződésűek. A trópusi viszonyok között a cseppkőképződés nem korlátozódik a felszín alatti üregekre, hanem a túltelített oldatból már a felszínen is megindul a mész kiválása, ha a víz esésre kényszerül (pl. aláhajló sziklafalon), s így a széndioxid elpárolgása hirtelen felgyorsul.

A trópusi barlangok cseppkőképződményei (sztalagmitok, sztalaktitok, cseppkőoszlopok, drapériák stb.) megjelenésükben és szerkezetükben jelentősen eltérnek a mérsékelt égövi képződményektől. Az az első benyomásunk, hogy ezek a cseppkővek igen idős, pusztuló, halódó képződmények. Gyakran kézzel szétörhethetők, szétmorzsolhatók. Kristályos szerkezetük laza, sok benne az idegen anyag (agyag). Csillogó külső felületű, fehér színű sztalaktitokat alig lehet találni, legfeljebb egész kis mértékben, pedig a többi képződmény is viszonylag fiatal. A maturus küllem s belső szerkezet okát a klímaviszonyokban kell keresnünk. A magas hőmérsékleten gyorsabb a CO_2 párolgása, gyorsabb a kalcium-karbonát kiválási folyamata, ami lazább szövetet eredményez, ugyanakkor erőteljesebb a nedves meleg levegő bomlasztó hatása is.

A trópusi barlangokra nemcsak a cseppkővek és mésztufa-lerakódások nagy mennyisége a jellemző, hanem a *vízhorlta üledékek* felhalmozódása is. Főként talajanyagok, agyag, terra rossa, laterit, kőzetdarabok stb. szállítódnak le a mélybe, de sok szerves anyag is (fatörzsek, ágak stb.). A maturus üregekben tekintélyes mértékben felhalmozódhat a guanó, illetve átalakult foszfátos kőzetanyag.

4. A barlangi mikroklima

Az egyenlítő közelében található indonéz karsztbarlangok mikroklimája is magán viseli a trópusi jelleget.

A nagyobb barlangok belső részeinek hőmérséklete — nagy általánosságban — a felszíni éves közép-hőmérséklettől lényegesen nem tér el. Ez a megállapítás érvényes az archipelágusban is, ahol az éves középhőmérséklet 26°C . A felszín emelkedésével 100 m-enként általában $0,5\text{--}0,6^\circ\text{C}$ -kal csökken a hőmérséklet, ennek megfelelően a nagyobb földalatti üregrendszerekben pl. 300—400 m tengerszint feletti magasságban kb. 24°C -a barlangok hőmérséklete. A hőmérséklet éves ingadozása igen kicsi (külszínen a leghidegebb és a legmelegebb hónap átlaghőmérséklete között $1\text{--}2^\circ\text{C}$ -az eltérés), így a barlangok hőmérséklete csaknem állandó. Nem vonatkozik ez a kisebb barlangokra, ahol a külső levegőnek a jóval nagyobb napszakonkénti hőmérsékletváltozása is lényeges hatással van az üreg léghőmérsékletére.

Amíg a külső levegő relatív páratartalma éves viszonylatban 80% körül mozog, addig a barlangi levegő páratartalmát 90—100% közöttinek találjuk. A magas hőmérséklet és páratartalom komolyabb erő kifejtés mellett kellemetlen hatással van a barlangjáró emberre (nagyfokú izzadás).

5. Barlangi fauna és flóra

Az indonéziai barlangok mikroklimája a mérsékelt övinél kedvezőbb létfeltételeket jelent a barlangi élővilág számára.

A barlangok troglobiont faunája még jóformán ismeretlen. Elsődleges megállapítások szerint a fauna fajtaszámban szegényesebb, azonban egyes jellegzetes fajták nagy egyedszámmal fordulnak elő. A közép-szumátrai G. Saribu barlangjaiban a rákok, a gőté és a halak különösen elszaporodtak. Jellemző, hogy az egyedek méretei lényegesen nagyobbak a mérsékeltövi fajtáknál (pl. a sisawahi Lintabung-barlangból származó, még feldolgozás alatt álló niphargusok 4—5 cm hosszúak). Egyes helyeken a barlangi troglobiont fauna (a barlangi hal és rák) a lakosság kiegészítő táplálékát képezi, mivel a barlangokban azokat rendszeresen halásszák.

A trópusi barlangok a denevérek nagy csoportjainak tanyái. De nemcsak denevérek tanyáznak a sötét üregekben, hanem különböző madarak (pl. fecskék) is ott építik fészkeiket, olykor 50—100 m-re a bejáratától a teljesen sötét járatokban (pl. a lajang-lajang nevű barlangi madár Közép-Szumátrán).

Abraziós barlangnyílás a Gunung Sewu-karsztvidék Indiai-óceáni partvidékén. (Balázs D. felvételei)



A barlangi flórát elsősorban a nedves bejáratok közelében található mohatömeg képezi, a belsőbb részek flóraelemei még szintén ismeretlenek.

6. A barlangok gazdasági jelentősége

A szenilis-maturus barlangokban felhalmozódott guanót már régóta rendszeresen termeli ki a lakosság trágyázási célból. A század elején megindult a foszfát kitermelése is. A barlangi foszfátvagyron felmérése még folyamatban van, pár százezer tonnáról lehet szó, azonban ma már a készlet zöme utaktól távolos barlangokban található, ahonnan a kiaknázás — szállítási nehézségek miatt — igen költséges.

Idegenforgalmi célra kiépített barlangok nincsenek, néhány barlangot azonban lezártak, de a helyi hatóságok alkalomadtán az érdeklődőknek megmutatják. A barlangok — megrongált, de egyébként is erősen pusztuló jelleget mutató képződményeik miatt — nem jelentenek olyan káprázatos természeti különlegességeket, mint a mérsékeltövi szinpompás cseppköbarlangok.

IRODALOM

- BALÁZS D.: Karst Regions in Indonesia. — *Karszt- és Barlangkutató*. 1968. V. köt. p. 3—61.
- : Über die Untersuchung tropischer Karstwasser in der Indonesischen Inselwelt. 1968. Bucuresti.
- BEMMELLEN, R.W. van: The Geology of Indonesia. The Hague, 1949.
- BERLAGE, H.P.: Regenval in Indonesie. Verhandlingen No. 37. Kon. Magn. en Meteorolog. Observatorium. Batavia, 1949.
- DANES, J. V.: Die Karstphänomene im Goenoeng Sewoe auf Java. T. Kon. Nederl. aardrijkskd. Genoot. deel XXVII. p. 247—260. Leiden, 1910.
- : Das Karstgebiet des Goenoeng Sewoe in Java. Sitz. Ber. Kgl. Böhm. Ges. Wiss. Prag. 1915.
- ESCHER, B.G.: De Goenoeng Sewoe en het probleem van de Karst in de Tropen. — *Handel. XXIII. Nederl. Natuur en Geneesk. Congr. Haarlem*, 1931.
- FLATHE, H. und PFEIFFER, D.: Grundzüge der Morphologie, Geologie und Hydrogeologie im Karstgebiet Gunung Sewu/Java (Indonesien). — *Geol. Jb.* 83. p. 533—562. Hannover, 1965.
- JOHNSON, R. F. — SUKAMTO, R.: Cave deposits of phosphate rock in Central-Djawa, Indonesia Depart. Perindustri. Dasar/Pert. Djaw. Geol. Bandung. 1960.
- KHAN, M. H.: Gunung Kidul. Indonesian Journal of Geogr. Jogjakarta. 1961—1963. No. 4—6. p. 47—60.
- : Water in Gunung Kidul. Indonesian Journal of Geogr. Jogjakarta. 1964. June. Vol. 4. No. 7. p. 50—60.
- LAUFER, F. KRAEFF, A.: The Geology and Hydrology of West- and Central-Sumba and their relationship to the watersupply and the rural economy. — *Publikasi keilmuan* No. 33. — *Seri geol.* Bandung, 1957.
- LEHMANN, H.: Morphologische Studien auf Java. — *Geogr. Abhandl.* 9. Stuttgart, 1936.
- PANNEKOEK, A. J.: Een karstterrein bij Buitenzorg. *Trop. Natuur*. 1941.
- : Enige karstterreinen in Ned. Indie. — *Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijkskd. Genoot.* 1948.
- : Outline of the geomorphology of Java. *Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijkskundig Genoot.* LXVI. 3. 1949.
- SARTONO, S.: The stratigraphy and sedimentation of the easternmost part of Gunung Sewu (East-Djawa). — *Dept. Perindustri. Dasar/Pert. Direktorat Geologi. Publ. Teknik. Seri geologi* No. 1/1964. Bandung.
- SIGIT, SOETARJO: A brief outline of the geology of the Indonesian Archipelago. *Dep. Perind. Dasar/Pertamb. Dj. Geologi.* Bandung. 1. 1962.
- SUNARTADIRJA, M. A.: Beiträge zur Geomorphologie von Südwest-Sulawesi. — *Diss. Frankfurt a. M.* 1959.
- und LEHMANN, H.: Der tropische Karst von Maros und Nord-Bone in SW-Celebes (Sulawesi). — *Z. Geomorph. Suppl.* 2. *Internat. Beiträge zur Karstmorphologie*, Berlin, 1960.
- VERSTAPPEN, H. Th.: Some observations on karst development in the Malay Archipelago. *Journal of Trop. Geography*. 1963.
- : Geomorphology of the Star Mountains. Nova Guinea. *Geol.* 5. June 1. 1964. Leiden.

Die Karsthöhlen Indonesiens

Während seiner Indonesienreise in den Jahren 1964/65 besuchte der Verfasser zahlreiche Karsthöhlen. Die Artikel bespricht seine Beobachtungen bezüglich der genetischen Charakteristik der Karsthöhlen. Besondere Aufmerksamkeit wird den sogenannten exogenen Gewässern der Nichtkarstgebiete gewidmet, die ja eine bedeutende Rolle bei der Höhlenerweiterung spielen. Es wird eine Zusammenfassung der wichtigsten physikalischen und chemischen Durchschnittsangaben von Höhlengewässern (stehenden, fließenden und tropfenden Gewässern) gegeben. Bei der morphologischen Charakterisierung der Höhlen wird betont, dass die Tropsteinbildungen überwiegend lose, poröse Struktur haben, zufolge den tropischen klimatischen Bedingungen. Es wird über Mikroklimavermessungen in den Höhlen, über Fauna und Flora der Höhlen, sowie über die wirtschaftliche und touristische Nutzung der Höhlen berichtet.

О карстовых пещерах Индонезии

Автор совершил в 1964—65 гг. путешествие в Индонезию и посетил многочисленные карстовые пещеры. В настоящей статье излагает, в основных чертах, свои наблюдения относительно генезиса карстовых пещер выдвигая важную роль в расширении каверн т.н. экзогенных вод с некарстовых территорий. Дается суммирование наиболее важных средних физических и химических данных по водам, найденным в пещере (текущие, капаящие и стоящие воды). При морфологической характеристике пещер подчеркивает, что сталагмита в основном рыхлой, пористой структуры, что вызвано условиями тропического климата. Далее говорит об измерениях микроклимата в пещере, в общих чертах о флоре и фауне в пещере, и в завершении об экономическом и туристическом использовании пещер.

Pri la karstaj grotoj de Indonezio

La aŭtoro vizitis multe da grotoj en la karstregioj de Indonezio en la jaroj 1964—65. En la artikolo li informas generalige siajn observojn pri la genetikaj proprecoj de la karstaj grotoj. Li akcentas la gravan rolon de la akvo ekzogenaj (devenanta el regiono nekarsta) en la plilarĝigo de la kavernoj. Li resumas la mezvalorojn de la plej gravaj fizikaj kaj kemiaj indikoj de la akvoj (haltanta, fluanta kaj gutanta) trovitaj en grotoj. Li karakterizas morfologie la grotojn kaj akcentas, ke la plej multaj stalaktitaj formacioj estas malkompaktaj kaj porozaj, kaj tion kaŭzas la tropika klimato. Li raportas pri la mikroklimataj mezuradoj; li skemas la grotan faŭnon kaj flaŭron, kaj fine la ekonomian kaj fremdultrafikajn utiligojn de la grotoj.

Karsztos szivornyák mint hidraulikai jelfogók*

A Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány és Földtani Tanszékének Jósvafői Karsztkutató Állomásán három karsztforrás folyamatos vízhozamregisztrálása alapján 1963-tól 1968-ig kimutattuk a karsztvíztükör árapály jelenségét. A karsztvízmozgás eddig ismeretlen új jelenségének felismerésére a Lófej- és Nagytohonya-forrás intermittálásának ill. a Kistohonya-forrás pulzálásának megfigyelése vezetett. Az árapály jelenség mechanizmusának kutatására kiegészítő geofizikai vizsgálatokat is végeztünk. Kimutattuk, hogy a földdagály jelenség hatására a karsztos hézagterfogó periódikus összehúzódásával, tehát közvetett vízkiszorítással jön létre a karsztvíztükör árapály jelensége. Ennek a vizsgálatnak első eredményeiről a „Karszt- és Barlangkutatás” V. kötetében már részletesen beszámoltam. Ebben a dolgozatban szeretném összefoglalni azokat az új ismereteket, amelyekről az árapály jelenség vizsgálata során szereztünk tudomást, és amelyek a karsztos szivornyarendszerek felépítésére, működésére és hidraulikai szerepére vonatkoznak.

Korábbi ismeretek

A világ minden nagyobb karsztterületén ismerünk olyan karsztforrásokat, amelyek vízhozamingadozása nem magyarázható pusztán a csapadékbeszívargás ütemével. Magasan az átlagos karsztvízszint felett fekvő, csak időszakosan aktív forrásokról a legtöbb esetben kimutatható, hogy részleges aktivitásuk a karsztvíztükör emelkedésével hozható kapcsolatba. Az állandó alaphozamú, de periódikus kitöréseket és pulzációkat is napvilágra hozó

karsztforrásokról pedig a kutatók már régóta feltételezték, hogy a föld alatti vízgyűjtő járataikban természetes úton keletkezett szivornya működik. Ennek ellenére a legutóbbi időkig csak igen kevesen foglalkoztak a szivornyás karsztforrások vízhozamingadozásának huzamosabb megfigyelésével, a karsztos szivornyák működésének részletesebb vizsgálatával. Valószínűleg A. F. Anker zürichi kutató az első szakember, aki 1962. évi közleményeiben felhívja a figyelmet az intermittáló és pulzáló karsztforrásokra. Műszeres vízszintingadozás-mérések alapján nagyon világosan rámutatott arra, hogy a kitörések és pulzációk egyaránt szivornyaműködés eredményei lehetnek, bonyolultabb kifejlődésű szivornyakombinációk is elképzelhetők.

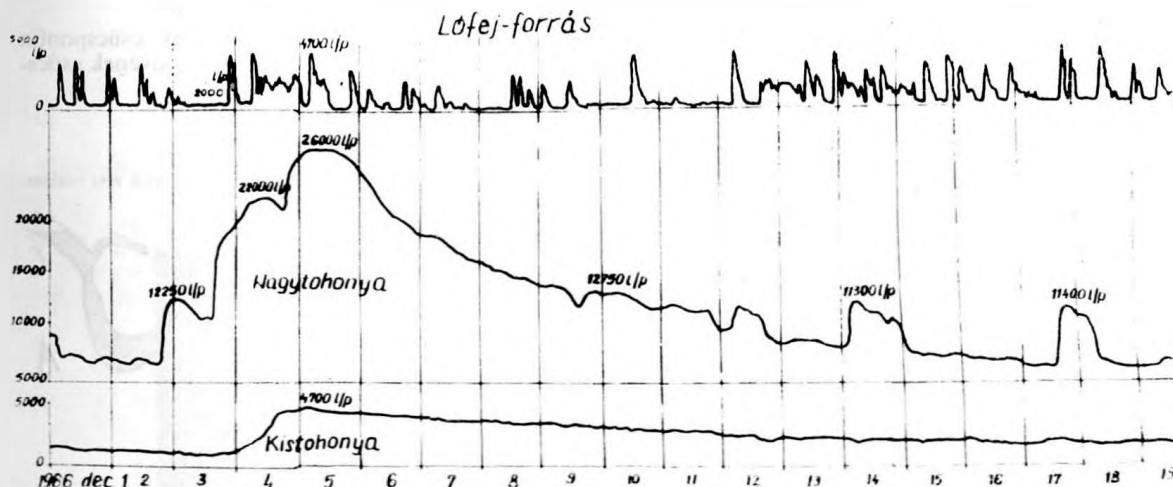
A Jósvafő környékén vizsgált karsztforrások jellemzése

A Jósvafő környéki középső triász mészkő és dolomitból felépült karsztterületen egymáshoz közel bukkannak felszínre az általunk több éve regisztrált karsztforrások.

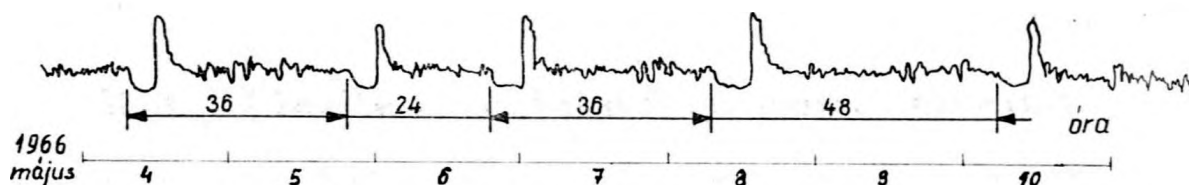
Az 1. ábrán azonos léptékben mutatjuk be a Lófej-, a Nagytohonya- és a Kistohonya-forrás azonos időszakban regisztrált vízhozamváltozásait 1966. december 1-től 19-ig. Az abszcisszán a függőleges vonalakkal elválasztott napokat raktuk fel. Az ordinátán 5000 liter/perces osztások adják a vízhozam-skálát.

*Az V. Jugoszláviai Szpeleológiai Kongresszuson 1968. szeptember 16-án Szkopjében elhangzott előadás anyaga.

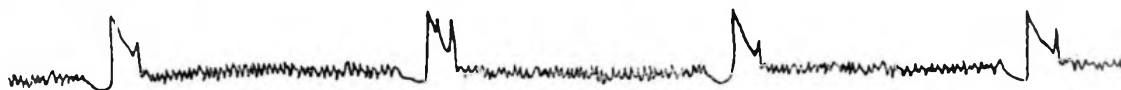
1. ábra. A jósvafői Lófej-, Nagytohonya- és Kistohonya-forrás vízhozamgörbéje 1966. december 1-től 19-ig. Mindhárom forrás közepes méretű áradás vonul le. A Lófej-forrás kitörések sorozatával reagál az árhullámra, mivel hármasszivornyarendszere a főágban helyezkedik el. A Nagytohonya-forrás szabályos árhullámra szuperponálódó szabályos túlnyomásos, majd ismét szabályos alakú kitörések ritkább sorozatát hozza napvilágra, mivel szivornyája a karsztvízrendszer egyik mellékágában helyezkedik el. A Kistohonya-forráshoz nem tartozik szivornya, de az árhullám leszálló ágában a vízhozam görbén megfigyelhető csipkézettség közvetlenül jelentkező árapály hullámzásnak bizonyult.



Eredeti vízhozam-görbe



Hidraulikai modell vízhozam-görbéje



2. ábra. A jószaí Lófej-forrás egy hetes vízhozamgörbéje (felül) 1966. május 4-től 10-ig, és e vízhozamkép magyarázatára logikai megfontolások alapján szerkesztett laboratóriumi szivornyarendszer-moddell vízhozamgörbéje (alul). A két görbe lényeges elemeinek azonos-sága bizonyítja a laboratóriumi modell helyes felépítését, vagyis szerkezeti és működésbeli azonosságát a valódi szivornyarendszerrel.

A felső vízhozamgörbe a Lófej-forrás egyik leg-aktívabb kitörés időszakát mutatja be 2000 l/p-es átlagos vízhozam mellett. E forrás minimális hozama 50 l/p, több évi átlagos hozama 800 l/p, eddig mért maximális hozama 6400 l/p. A szivornyas kitörések a mindenkori alaphozam felett átlag 2500 l/p-cel kulminálnak.

A középső vízhozamgörbe a Nagytóhonya-forrás közepes nagyságú csapadék eredetű árvízi aktivitását és az erre szuperponálódó szivornyatevékenységet mutatja be. Az árvízi időszak elején és végén a vízhozam 7000 l/p körül ingadozik. E forrás minimális hozama 1500 l/p, átlagos hozama 7700 l/p, maximális hozama 50.000 l/p. A szivornyas kitörések a mindenkori alaphozam felett átlag 5000 l/p-cel tetőznek.

Az alsó vízhozamgörbe a Kistóhonya-forrás szintén közepes nagyságú árvízes időszakát mutatja be. A vízhozam 2000 l/p az árvíz előtt és után. E forrás minimális hozama 20 l/p, átlagos vízhozama 1800 l/p, maximális hozama 18.000 l/p. Szivornyas kitörései nincsenek, de minden árvíz után a le-szálló ágban maximum 500 l/p vízhozamdifferentiál jelentő árapály-hullámozást hoz napvilágra átlag 6,5 órás periódussal.

A Lófej-forrás szivornyarendszerének működése és felépítése

Közepes vízhozamnál a Lófej-forrás vízhozam-regisztrátuma minden olyan információt tartalmaz, amely a forrás szivornyarendszerének megértéséhez és tárgyunk részletes kifejtéséhez szükséges. Emiatt további vizsgálódásunkat csaknem kizárólag a Lófej-forrásra fogjuk összpontosítani. A 2. ábra felső részén mutatjuk be a forrás egyik legtöbb információt adó vízhozamgörbéjét, melyet közepes vízhozam idején 1966 tavaszán regisztráltunk. Feltűnő, hogy közel konstans átlagos vízhozam mellett az egymást különböző időszakokonként követő kitöréseket minden esetben jól definiált minimum szakasz előzi

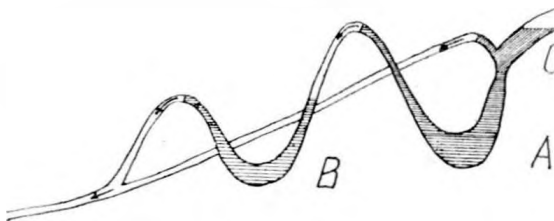
meg. A kitörések és a minimum szakaszok között pedig folyamatos vízhozam pulzáció jelentkezik. A pulzálas átlagosan 150 l/p-es vízhozamingadozás formájában jelenik meg.

Logikai megfontolások alapján feltételeztük, hogy a három jellegzetes görbeszakasz egy-egy külön szivornya működésének eredménye. Feltettük továbbá, hogy az előttünk álló vízhozamgörbét a három szivornyából álló rendszer kombinációja sajátos hidraulikai kölcsönhatások eredményeként hozza létre. Elgondolásunk elvi vázlatát a 3. ábrán láthatjuk be.

Az ábra szerint a három szivornyából két azonos térfogatú nagy szivornya (A és B) sorba van kötve. Az A-szivornya felett egy kis szivornya (C) helyezkedik el. A C-szivornyának három különleges tulajdonsága van:

1. Nem a leszívó csőve, hanem a víztároló alja van sorba kötve az A-szivornya tetejével. Az összekötés helyén szűkület van.
2. A C-szivornya leszívó csőve párhuzamosan fut az A és B-szivornyával és közvetlenül a szivornyarendszer utáni főág szakaszba vezet.
3. A C-szivornya leszívó csővének csúcspontja alig valamivel az A-szivornya leszívó csővének csúcspontja alatt helyezkedik el.

3. ábra. A Lófej-forrás szivornyarendszerének elvi vázlata.



Ebben az elrendezésben a szivornya-rendszer működése a következő:

Valamely kitörés végén kezdődő pulzálás időpontjában a rendszert tápláló vízfolyás egyidejűleg kezd feltölteni a C és A-szivornyát. Az A-szivornya feltöltése közben kiszoruló levegő bizonyos kompresszió után elzárja a C-szivornya alsó nyílását, egyensúlyt tart a C-szivornyában emiatt feltöltődő vízmennyiséggel, majd a C-szivornya leürítését biztosítva azon keresztül lökészerűen távozik a rendszerből. Így jön létre egy pulzáció. Ebben a szakaszban a szivornya-rendszer a tápvízhozamra nézve félig áteresztő állapotban van, mert a rendszerbe befolyó víz egyik fele tölti az A-szivornyát, a másik fele pulzálások alakjában távozik. Az A-szivornya megtelezésekor a pulzálás gyakorisága megnő, ha a tápvízhozam közepes és konstans. Ebben az esetben ugyanis az A-szivornya nem üríthet le, mert leszívó csövének csúcspontja valamivel a C-szivornya leszívó csövének csúcspontja felett helyezkedik el. Ebben a szakaszban a teljes tápvízhozam a pulzátor C-szivornyán át folyik a forrás felé, mint a rendszer kvantált túlfolyása. Ekkor a szivornya-rendszer a tápvízhozamra nézve teljesen áteresztő állapotban van. Amennyiben a tápvízhozam csak csekély értékkel is megnövekszik, vagyis közepesnél nagyobbá válik, ebben a pillanatban az A-szivornya egyensúlya megbomlik és üríteni kezd. Ennek oka az, hogy a C-szivornyában a víznyomás megnövekedésével az A-szivornya leszívó csövében a vízszint a csúcson átbukik. Ha a tápvízhozam közepesnél állandóan nagyobb marad, akkor az A-szivornya minden megtelezésekor automatikusan leürít. Ürités kezdetén az

A-szivornyában szivás lép fel, emiatt a pulzáció ugrásszerűen leáll. Ugyanakkor az A-szivornya tölteni kezdi a B-szivornyát. Ebben a pillanatban alakul ki a vízhozamgörbének az a pontja, amely a pulzálás megszűnését és a minimum-szakasz kezdetét jelzi (átcsapási-pont). A szivornya-rendszer áteresztőképessége a minimum szakasz idején teljesen megszűnik. A B-szivornya megtelezésekor kezdődő automatikus ürítés hozza létre a forrás tulajdonképpeni kitörését. A B-szivornya ürítésének végén a szivóhatás megszűnik és az A-szivornya újratöltésével egyidejűleg a pulzálás is automatikusan megindul.

Fentiek részletes tisztázását a szivornya-rendszer laboratóriumi hidraulikai modelljének megépítésével és regisztrált üzemeltetésével lehetett elérni. A modell fényképét a vízhozam regisztráláshoz szükséges elektromos berendezésekkel együtt a 4. ábrán mutatjuk be.

A Lófej-forrás valódi szivornya-rendszere valószínű méreteit az alábbi adatokkal lehet jellemezni:

A-szivornya térfogata = 300 m³

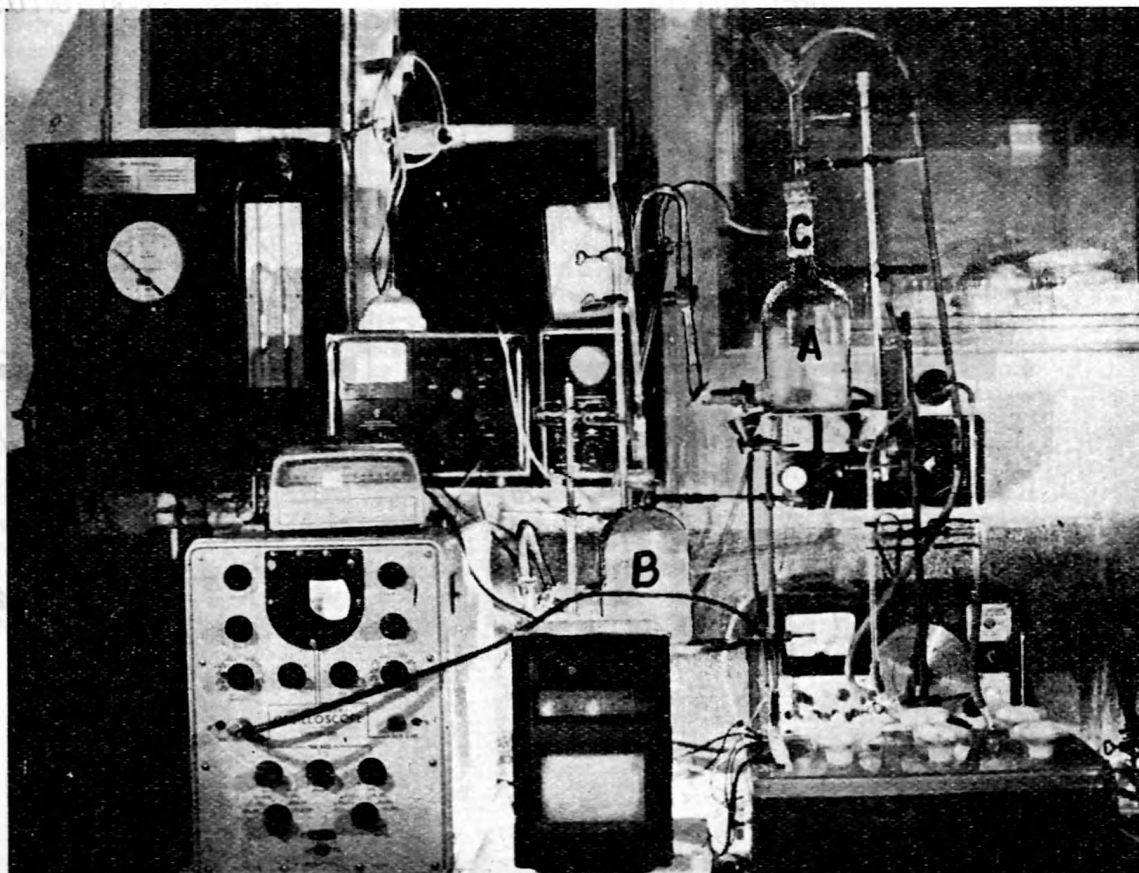
B-szivornya térfogata = 270 m³

C-szivornya térfogata = 30 m³

Fenti adatokat a forrás és modell vízhozamgörbék elemzése alapján lehetett meghatározni.

A modell helyes felépítését közepes vízhozamnál nyert vízhozam regisztrátuma igazolja, melyet a 2. ábra alsó felében láthatunk. A felső görbe a már tárgyalt eredeti vízhozamregisztrátum, amely arányos léptékben összehasonlításul szolgál. A két görbe összehasonlításakor a kevésbé lényeges különbség a modell-görbe kitöréseinek éles másod-

4. ábra. A Lófej-forrás szivornya-rendszerének hidraulikai modellje a Kutatóállomás laboratóriumában. A B-szivornya alatti berendezés a regisztráló-galvanométer, amely alkalmas arra, hogy a hidraulikai modell gyors vízhozamváltozásait érzékenyen regisztrálja.



csúcsa, amely az eredeti görbén csak elmósódottan (mint utóváll) jelentkezik. Gádos Miklós kollégával mutattuk ki, hogy ez a másodcsúcs bármely szivornya üritési mechanizmusával van kapcsolatban, mint „végponteffektus.” Oka az, hogy az ürités végén a leszívó csőben elszakadó vízszál csúcsponton való átfutása az utolsó pillanatban az átbukási magasságnak megfelelő nyomásmagasságot alakítja ki a szivornyában. Ennek felismerésével értelmezni lehetett azt a tényt, hogy a Lófej- és a Nagytóhonya-forrás kitorési görbéin miért jelentkezik rendszeresen utóváll, vagy utócsúcs.

A két vízhozamgörbe összehasonlításakor sokkal nagyobb különbség is adódik. Az eredeti görbén a kitorések aperiódikusan, a modell görbén szabályos periódusokban jelentkeznek. A modellt tápláló vízfolyás hozama konstans volt, de közepesen nagyobb értékre állítottuk be. Ezért az A-szivornya minden megtelésekor automatikusan leürített. Ebből következik, hogy az eredeti vízhozamgörbe kialakulása a valóságos szivornyarendszer tápvízhozamának közepesen kellett lennie átlagértékben és szükségképpen periódikus ingadozásai voltak. Mivel a valóságos kitorések közötti időtartam a vizsgált szakaszon 36, 24, 36, 48 óra, vagyis 6, vagy 12 óra egészszámszöröse volt, a tápvízhozam szabályos ingadozásainak periódus ideje is 6, vagy 12 óra lehetett. Azt is fel kell tételezni, hogy e periódusok amplitudó viszonyai egymástól eltértek. Többek között ez a megfigyelés volt az, amely igazolta, hogy a karsztvíztükörben és az ebből táplálkozó vízfolyásokban árapály eredetű hullámozás van.

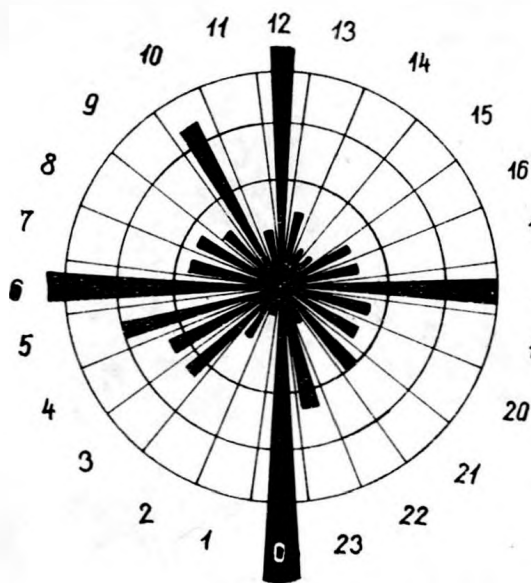
A karsztvízszint árapály jelenségére vonatkozó első megfigyelésünk ennél feltűnőbb esemény volt. Mind a Lófej-, mind a Nagytóhonya-forrásnál azt tapasztaltuk, hogy a szivornyas kitorések az esetek 33%-ában csaknem pontosan 6, 12, 18 és 24 órákor kezdődnek. Ezt mutatja be a 5. ábra. Közvetlenül meg kell jegyeznünk, hogy a luniszoláris eredetű árapály jelenség a földi gravitációs térerősség napi két maximumával és minimumával feje ki hatását. Ezek időpontja a nap bármely órájában előfordulhat. A legnagyobb amplitudójú hatás idején: újhholdkor és holdtöltekor azonban a szélsőértékek szintén 6, 12, 18 és 24 órákor valósulnak meg. A kitorési kezdőpontok napi eloszlása tehát ezzel a ténnyel hozható kapcsolatba.

A karsztos szivornyák hidraulikai jelfogó szerepe

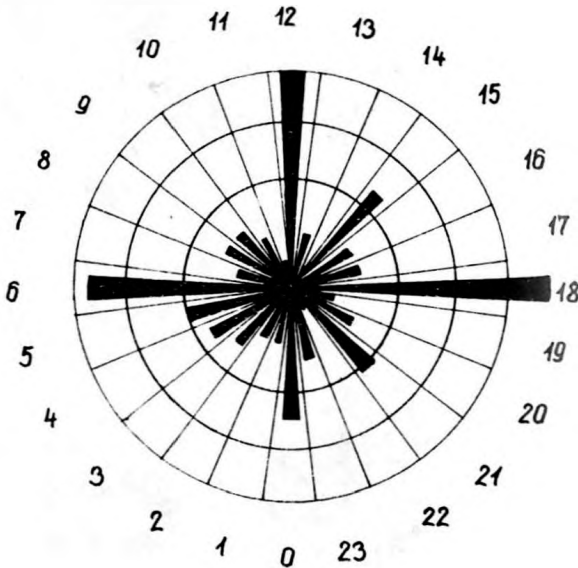
Fentiekből nyilvánvaló, hogy a Lófej-forrás szivornya-rendszerében az A és C-szivornya leszívó csővének csekély csúcsszint-differenciája nagyfokú instabilitást hoz létre. Ezáltal lehetővé válik, hogy a gyakran előforduló közepes vízhozam idején az A-szivornya feltöltése utáni pulzálási időszakban mindig akkor induljon meg az A-szivornya működése, amikor a szivornyát tápláló vízfolyásban mikróáradás következik be. A Lófej-forrás speciális szivornyarendszere tehát érzékeny „hidraulikai jelfogó” gyanánt működik. Ebből következik, hogy a vízhozamgörbe „átcsapási pontja” (pulzálásból — minimumgörbébe) közepes tápvízhozam mellett mindig megegyezik az árhullámok szivornyába érkezési időpontjával. Az árhullámokat okozhatja

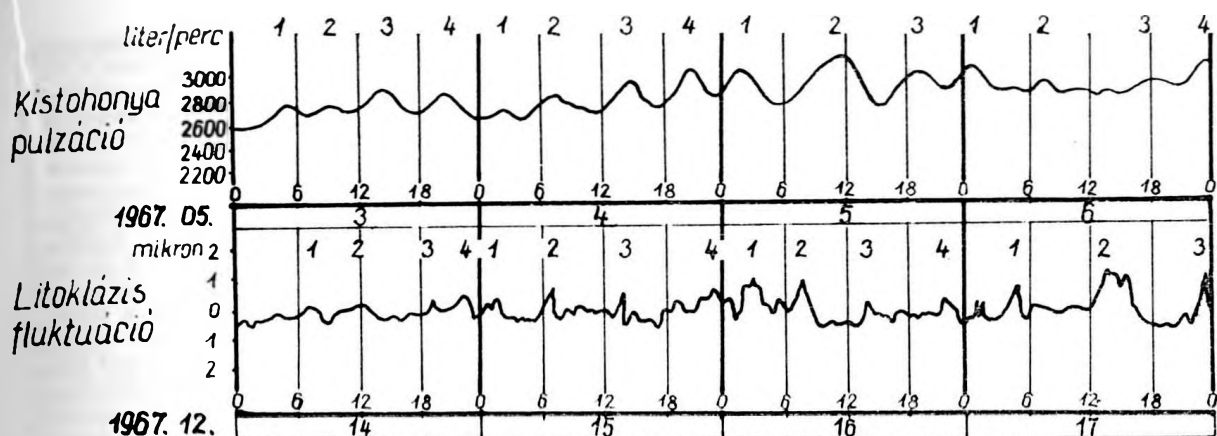
5. ábra. A szivornyaműködés kezdő időpontjának óránkénti eloszlása a Lófej- és a Nagytóhonya-forrásnál. A Lófej-forrás óradiagramja 1965. évi 175 kitorés, a Nagytóhonya-forrás óradiagramja 1964—65—66. évi 128 kitorés statisztikai feldolgozása alapján készült. A feldolgozás felőrai felbontással és óránkénti mintavétellel történt.

Lófej-forrás



Nagytóhonya-forrás





6. ábra. A Kistohonya-forrás vízhozamának regisztrálásával megfigyelt árapály hullámok (felső-görbe), és a jösvafői Vass Imre-barlangban elektronos távregisztrálással mért keresztirányú litoklázis-fluktuáció (alsó-görbe) összehasonlítása. A két görbe különböző időszakban készült. Egyidejű regisztrálásukra eddig még technikai okok miatt nem volt lehetőség. A két folyamat periódusviszonyai azonban így is összemérhetők. Mindkét görbére jellemző a napi négy maximum, illetve 3–4 naponként a napi három maximum jelentkezése. Az átlagos periódus mindkét esetben 6,5 óra.

csapadék, légnyomás, árapály vagy távolabb lévő másik szivornya hatása. Legújabb vizsgálatainkból azonban kitűnt, hogy a karsztos árapály jelenség mintegy 90%-ban átlag 6,5 órás periódusú karsztvíztükör ingadozásokat eredményez. Erre mutat a Kistohonya-forrás árapály hullámjainak egyik jellemző szakaszáról nyert regisztrátumunk. (6. ábra felső görbe). Emiatt mai ismereteink szerint a karsztvíztükörben és az ebből táplálkozó vízfolyásokban létrejövő, még mérhető ingadozásoknak leggyakrabban az árapály hatásból kell származniuk.

Az 5. ábrán láttuk, hogy a Nagytohonya-forrás kitoréseinek kezdőpontjai csaknem olyan nagy gyakorisággal esnek az árapály hatást jelző kerek hat órára (6, 12, 18, 24 óra), mint a Lófej-forrás kitoréseit megelőző „átsapási pontok”. A Nagytohonya-forrás kitoréseit létrehozó egyetlen szivornyaüreg térfogata számításaink szerint 3800 m³, amely átlag 4 nap alatt telik fel. Első megközelítésben azt gondolhatnánk, hogy emiatt átlagos esetben négynaponként legfeljebb néhány percig van alkalom arra, hogy az ürítés előtti instabil állapotban a tápvízhozam valamely növekedése a szivornyát leüritse. A Lófej-forrás szivornyarendszere — mint láttuk — napokig állhat jelfogóképes instabil állapotban. Emiatt a Nagytohonya-forrás szivornyájának lényegesen ritkábban kellene reagálni a töltő vízfolyás áradásaira. A fennálló ellentmondás azonban eltűnik, ha van lehetőség arra, hogy itt is tartósabb — jelfogásra alkalmas — instabil állapot alakuljon ki. Az első megközelítésben hallgatólágoosan feltételeztük, hogy a szivornyaüreg fala vizet át nem eresztő felület. Ezzel szemben a valósághoz sokkal közelebb áll az a feltevés, hogy valamely karsztos szivornya-üreg határfelülete kisebb-nagyobb repedésekkel van átjárva. Amennyiben ez így van, akkor bármely karsztos szivornya feltöltődése az oldalfalak hézagain elszivárgó vizek miatt általában lelassított folyamat. Ilyen körülmények között mód van tehát arra, hogy a Nagytohonya-forrás és bármely más karsztos szivornyában az ürítés előtti instabil állapot ideje hosszúra nyúljon. Ebből következik, hogy elvben bármely karsztos szivornya hidraulikai jelfogónak tekinthető. Elvileg tehát lehetőség van arra, hogy a csekély karsztvíztükör ingadozásokból származó mikroáradások szivornyába érkezési időpontját bármely karsztos szivornya jól megfigyelhető kitorésekkel jelezze.

A karsztvíztükör árapály jelenségének tényét újabb méréseink napról napra megerősítik. Ezt igazolja például a 6. ábra is, amelyen a felső görbén a korábban bemutatott Kistohonya-forrás vízhozam-ingadozásában jelentkező átlag 6,5 órás periódusú árapály-hullámlás látható. Az alsó görbe pedig más időszakban mért, szintén 6,5 órás átlagos periódusú litoklázis-fluktuáció görbéje. A kiugró maximumcsúcsok, mint szűkülési időszakok jelentik a litoklázis-fluktuáció aktivitását. A közbenső finomabb hullámlást valószínűleg mikroszeizmikus nyugtalanság okozza. Eddig még nem volt lehetőség arra, hogy a két jelenséget egyidejűleg regisztráljuk. Ezért itt csupán a két görbe lefutásában megfigyelhető azonos tendenciára hívjuk fel a figyelmet. Az alsó görbét elektromos távmérő berendezéssel a Kistohonya-forráshoz tartozó Vass Imre-barlangban regisztráltuk.

Fentieket ismeretében ma már elég nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy valamennyi intermittáló karsztforrásnál legalább 33%-os gyakorisággal 6, 12, 18, 24 órákor kell várni a szivornya kitoréseit. A karsztos árapály jelenséggel és a karsztos szivornyákkal kapcsolatos megfigyeléseink helyességét előbbi megállapításunk igazolása nagymértékben megerősítene.

A karsztos szivornyák hidraulikai jelfogó szerepének felismerése új lehetőséget is ad kezünkbe arra, hogy az intermittáló és pulzáló karsztforrások részletes megfigyelésével a karsztvízmozgást befolyásoló tényezők periódus viszonyait, tehát eredetét és működési mechanizmusát kikutassuk.

IRODALOM

1. ANKLT T. F.: Über intermittierende und pulsierende Karstwasserläufe. Höhlen und Karstforscher Mitteilungen. Jahrgang 8, Nr. 3. München. 1962. p. 64—67.
2. BARTHA L.: Ebbe und Flut im Karstgebiet. Sterne und Weltraum. Jahrgang 6, No. 8/9. 1967. aug.-sept. Mannheim. p. 216.
3. BULLA B. (KEZ. A.): Általános természeti földrajz. I—II. Egyetemi tankönyv. Tankönyvkiadó. Budapest. 1953.
4. LUTZ I.: A Rank-Herlányi időszakos szökőkút tuneményeinek kísérleti előállítása. Természettudományi Közöny. XVI. köt. Budapest, 1888. p. 386—388.
5. MAUCHA L.: A karsztvízszint árapály jelenségének kimutatása. Bányászati Kutató Intézet Közleményei. Budapest. 1967. XI. évf. I—2. sz. r. 87—94.
6. MAUCHA L.: Ausweis der Gezeiten-Erscheinungen des Karstwasserspiegels. Karst- und Barlangkutatás. MKBT. Évkönyv. V. köt. Budapest. 1968. p. 101—116.
7. NEMETH E.: Hidrológia és hidrometria. Egyetemi tankönyv. Tankönyvkiadó. Budapest. 1954.
8. TÓTH G.: Az intermittáló karsztforrások működése. Egeri Tanárképző Főiskola Füzetek. 411. Eger. 1966. p. 585—593.

Die Karstsaugheber als hydraulische Relais

Zur Nachweisung des Gezeitemvorganges des Karstwasserspiegels führten die instrumentalen Abflussvermessungen der Syphon-Spaltquellen in der Umgebung von Jósafő. Im Laufe dieser Untersuchungen wurden die Konstruktion, die Funktion und die spezielle hydraulische Rolle der Saugheber geklärt. Auf Grund der Modellierung des dreifachen Saughebersystems der Lófej-Quelle konnte man auch die Wechselwirkung eingehend kennenlernen, die sich zwischen den unterirdischen Wasserläufen und den Karstsaughebern abspielt. In Abhängigkeit von ihrer Struktur verursachen die Karstsaugheber Abflussfluktuationen von verschiedenen Ausmass und Häufigkeit in den unterirdischen Wasserläufen mit ständiger Ergiebigkeit. Auf der anderen Seite, die Periode von Abflussschwankungen beliebigen Ursprungs der unterirdischen Wasserläufe beeinflussen beträchtlich die Häufigkeit der Saugheberbetätigung. Da die durchschnittliche Periodenzeit des Gezeitemvorganges des Karstwasserspiegels 6,5 Stunden ist, stammen die noch messbaren Schwankungen der unterirdischen Wasserläufe meistens vom Gezeitemvorgang. Die Betätigung der Karstsaugheber beginnt in überwiegender Mehrzahl der Vorfälle in den Zeitpunkten der Extremwerte der erdgravitativen Feldstärke. Das komplizierte Saughebersystem der Lófej-Quelle ist besonders gut geeignet, in andauernd instabilem Zustand als hydraulisches Relais den geringsten Zuwachs des Zuflusswassers durch Ausbrüche zu signalisieren. Die ähnliche Betätigung des einfachen Saughebers der Nagytóhonya-Quelle erweckte den Gedanken, dass infolge der Auffüllungsverhältnisse jeder Karstsaugheber oft und anhaltend in instabilem Zustand sein kann; deswegen kann jeder beliebige Karstsaugheber als hydraulisches Relais betrachtet werden.

Карстовые сифоны — гидравлические реле

Наличие явления прилива и отлива зеркала карстовых вод было установлено при испытаниях сифонных карстовых источников, проведенных с помощью приборов в окрестности Иош-

вафе. В ходе этих испытаний была выяснена структура карстовых сифонов, их действие и их своеобразная гидравлическая роль. При модельных испытаниях трехкратной системы сифонов источника Лофей была детально изучена взаимосвязь, имеющая место между подземными течениями и крастовыми сифонами. Крастовые сифоны, в зависимости от их структуры, вызывают различные по величине и частоте колебания дебита воды подземных течений. В то же время периодичность дебита воды т.е. ее изменения вызванные любыми причинами, в значительной степени влияют на частоту действия сифонов. Поскольку средняя частота явления прилива и отлива зеркала карстовых вод составляет 6,5 часов, еще измеряемые колебания подземных течений в карсте, в большинстве случаев вызваны влиянием прилива и отлива. Из-за сказанного карстовые сифоны в большинстве случаев начинают действовать в период предельных величин интенсивности поля. Система сифонов источника Лофей являющаяся весьма сложной, особенно пригодна чтобы, как гидравлическое реле, в продолжительно колеблющемся состоянии, показывала путем выброса незначительные повышения дебита воды. Подобное действие простого сифона источника Надьтохоня выдвинуло соображение, что из-за условий заполнения, любой карстовый сифон очень часто и продолжительно может быть в неустойчивом состоянии, и поэтому любой карстовый сифон может рассматриваться как гидравлическое реле.

Karstaj sifonoj kiel hidraulikaj relajsoj

La demonstiron de la tajdo de la karstakvo rezultigis la perinstrumenta akvodebito-registrado ĉe la sifonhavaj karstfontoj en la regiono de Jósafő. Dum ĉi tiuj esploroj oni malkovris la strukturon, funkciadon kaj specialan hidraulikan rolon de la karstaj sifonoj. Per modelado de la triobla sifonsistemo de la fonto Lófej oni ekkonis detale la interrilatojn inter la subteraj akvoŭfluo kaj karstaj sifonoj.

La karstaj sifonoj laŭ sia sturkturo estigas fluktuaĵojn kun diversaj amplitudoj kaj periodoj en la alioke konstanta akvodebito de la subteraj fluoj. aliparte la ŝanĝoj de la akvodebitoj konsiderinde influas la oftecon de la sifonfunkciado. Ĉar la meza periodo de la karsta tajdo estas 6,5 horoj, tial la ankoraŭ mezureblaj ŝanĝoj en la subteraj akvoŭfluoj originas plej ofte el la efiko de la tajdo. Pro tio la sifonoj ekfunkcias plej multfoje ĉe la ekstremvaloroj de la gravita kampintenso.

Precipe la komplika sifonsistemo de la fonto Lófej taŭgas esti je dispono en daŭre instabila stato, kiel hidraulika relajso, por signali per erupcio la etkvantan pligrandigon ĉe la debito de la akvo ĝin nutranta. La fonto Nagytóhonya havas simplan sifonon, sed tiu ĉi simile signalas. Tiu ĉi observo rezultigis la teorion, ke pro la cirkonstanco de la plenigo ĉiu ajn sifono povas esti ofte kaj longe en malstabila stato, tial ĉiu ajn karsta sifono estas rigardebla kiel hidraulika relajso.

A JÓSVAFŐI NAGYTOHONYA-FORRÁS VIZSGÁLATA

A Jósvafői Karsztkutató Állomás egyik legfontosabb feladata a környező karsztforrások rendszeres megfigyelése. A hosszú idő óta vizsgált források közé tartozik a Nagytohonya-forrás, mely Jósvafő község közvetlen közelében, a községtől északra húzódó Tohonya-völgy bejáratánál fakad. A vízrendszer föld alatti szakaszának egy része már ismert (Kossuth-barlang). A forrást a VITUKI Karszt Osztálya már a kutatóállomás felépülése előtt is éveken keresztül megfigyelte. A forrásvíz átlagosnál magasabb hőmérséklete, s a vízhozam-ban gyakran jelentkező rövid idejű aklimatikus áradások (ez utóbbiak léte a vízhozamregisztrálásig nem volt bizonyított, de egyes mérési adatok, és a falusiak megfigyelései ilyen jelenségre utaltak) a vizsgálatok elmélyítését indokolták.

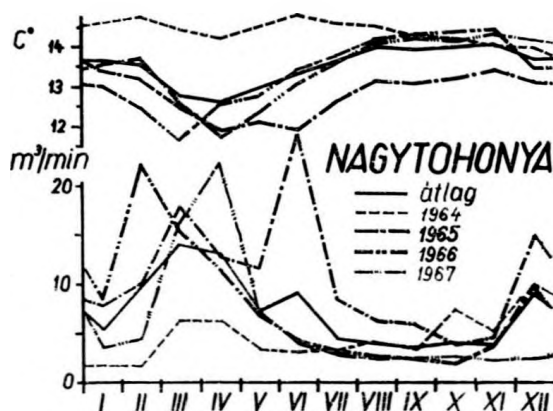
A vízhozamváltozások megfigyelésére 1963 nyarán vízállásrajzolóval felszerelt mérőbúró épült a VITUKI támogatásával. A vízhőmérséklet és elektromos vezetőképesség mérése általában hetenként többször a helyszínen történt. 1966-ban néhány hónapig működött egy elektromos távmérőrendszer, mely mindhárom jellemző adatait (hozam, hőmérséklet, vezetőképesség) a két km távolságban lévő kutatóállomás regisztráló műszereihez továbbította.

Hőmérsékletméréseink — a korábbi adatokkal egyezően — azt mutatták, hogy a forrás vize melegebb, mint a környező karsztforrásoké. Az 1964–67. közötti négyéves adatsor szerint a víz átlaghőmérséklete $13,5^{\circ}\text{C}$, az észlelt minimum $11,0^{\circ}\text{C}$, a maximum $15,0^{\circ}\text{C}$ volt. Ugyanezen időszak alatt a vízhozam középértéke $7\text{ m}^3/\text{perc}$, a szélsőértékek $1,6$, ill. $50\text{ m}^3/\text{perc}$ voltak.

A nyers adatsor feltűnően jelezte, hogy nagyobb vízhozamnál általában a víz hidegebb. A részletes analízis szerint az árvizek levonuló szakaszában ez az összefüggés hiperbolikus:

$$t = t_0 + \frac{k}{Q}$$

ahol t és Q a mért hőmérsékletek, ill. hozamok, k és t_0 a görbe paraméterei. E paraméterek értéke minden árvíznél más. A k számértéke a vizet felmelegítő hőteljesítményt jelzi; $^{\circ}\text{C}$ és m^3/sec esetén 10^6 kcal/sec mértékegységben. A t_0 jelenti a rendszerbe belépő hidegvíz hőmérsékletét. Feltűnő volt, hogy ez a hidegvíz-hőmérséklet is minden esetben magasabb volt, mint a környező karsztforrásoké. Ez azt jelzi, hogy a rendszerbe már előmelegített víz lép be, pontosabban: a felmelegedés két lépcsőben megy végbe. Először a hozamtól függetlenül felmelegszik a víz t_0 hőmérsékletre, majd ugyancsak a hozamtól függetlenül felvesz k hőteljesítményt.



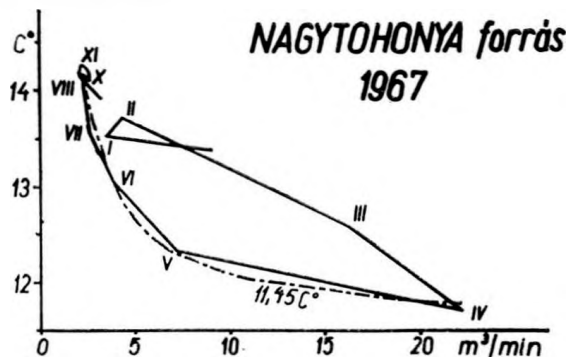
1. ábra. A Nagytohonya-forrás havi átlagos vízhozamai és vízhőmérsékletei

Az állandó hőmérsékletű előmelegítés oka valószínűleg az, hogy az átlagosnál melegebb forrásvíz megnöveli a környezetében a hőáramlást.

Az állandó hőteljesítmény felvétele történhet melegebb (állandó hozamú) mélykarsztvíz hozzákeveredésével, vagy a teljes vízmennyiség mélyben végbemenő felmelegedésével. Maga a hiperbolikus $t(Q)$ függvény csak az állandó hőmennyiség hozzáadódását jelzi. Azt, hogy keveredésről vagy felmelegedésről van-e szó, a jövőben az elektromos vezetőképesség mérési pontosságának és érzékenységének növelésével próbáljuk kideríteni.

A k és t_0 paraméterek változásainak okát még nem ismerjük; ennek elemzéséhez még nincs elég adatunk. Az eddigi számértékekből úgy tűnik, hogy

2. ábra. Vízhozam-vízhőmérséklet havi átlagok 1967-ben. A pontozott vonal a számított Q/t hiperbolát jelzi.



k és t_0 változásának tendenciája ellentétes. Az eddigi két leghosszabb hiperbola adatai (havi átlagértékekből számolva):

1966. II—X.: $t_0 = 11,95$ C°, $k = 83 \cdot 10^3$ kcal/s

1967. IV—XII.: $t_0 = 11,45$ C°, $k = 105 \cdot 10^3$ kcal/s

Mint látható, a forrás tekintélyes hőmennyiséget hoz a felszínre. Ez természetesen az alacsony hőmérséklet következtében nem hasznosítható.

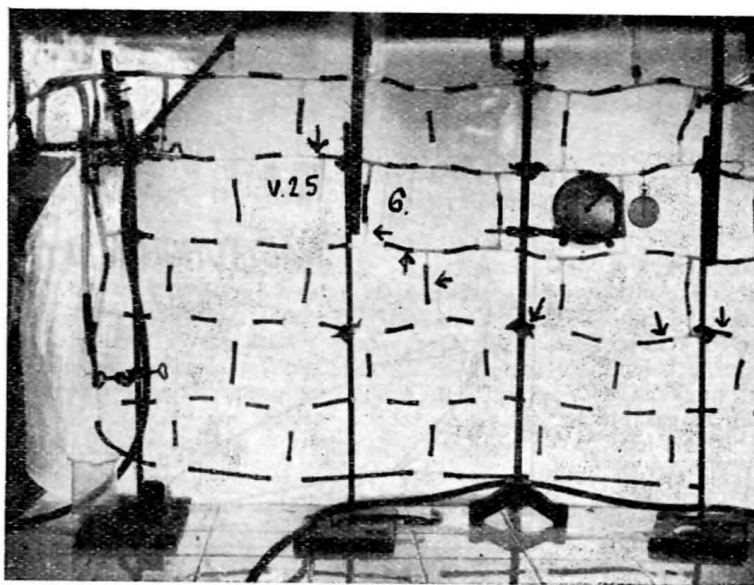
A vizsgálat felvetette a mélykarsztban tárolt víz hidrológiai körforgásban való részvételének kérdését is. Munkánk e ponton kapcsolódik a karsztos hévíz-utánpótlás országos vitájához. Mint ismeretes, számos kutatónak az az álláspontja, hogy az erózióbázis alatt, a mélykarsztban érdemleges vízmozgás (természetes körülmények között) nincsen. Ezek szerint a csapadékból származó áramló karsztvíz ugyanúgy támaszkodna a mozdulatlan mélykarsztos vízre, mint más helyen valamilyen vízzáró rétegre. Így a mélykarszt vize, és a rátámaszkodó friss felszíni eredetű karsztvíz között — egy aránylag vékony határreteget kivéve — nincs csere vagy keveredés.

A vázolt elgondolás lényegében ellentmond a hidraulika törvényeinek. Ahhoz ugyanis, hogy két pont között a víz mozogjon, e két pont között nyomáskülönbségnek kell lennie. Ez a nyomáskülönbség viszont egyformán hat minden cső-, hasadék- stb. rendszerre, amely a két pontot összeköti. A kialakuló sebességek kizárólag az áramlási ellenállásoktól függenek, ezt viszont vízrel teljesen feltöltött rendszerben nem befolyásolja a járat elhelyezkedésének síkja. Magyarul: a vízzel telt karsztban a víz számára nincs lent és fent. Minket annyira köt a gravitáció, hogy ezt nehezen tudjuk felfogni, hiszen ellentmond személyes észleléseinknek. Pedig nyilvánvaló, hogy a víznek a feltöltött mélykarsztból mondjuk ezer méterről feljönni (ha másutt víz megy le cserébe), nem nagyobb munka, mint vízszintesen megtenni egy kilométert. A felmelegedés elősegíti a feláramlást, hiszen a leszálló oldalon nagyobb fajsúlyú hidegvíz süllyed, míg a másik szakaszon felmelegedve, tehát kisebb fajsúllyal emelkedik. Ez a nyomáskülönbség 1000 m mélységnél 10 m nagyságrendű lehet.

A problémával kapcsolatban modellkísérleteket is végeztünk. A minőségi viszonyok tisztázására üveg- és gumicsövekből függőleges síkú hálózatot készítettünk. A hálózat felső élének különböző pontjain adtuk be a vizet, a kifolyás (forrás) a bal felső sarokban volt. Két variációt vizsgáltunk: egyiknél csak egy közös forrás volt, a másíknál minden két emeletet külön forrásszájon (de egyformán a felső él magasságban) vezettünk ki a vízhozamok szeparált mérésére. Különböző átfolyó vízmennyiségeknél és táppontok esetén káliumhipermangános vízfestéssel vizsgáltuk a hálózat különböző szakaszain a vízmozgást. A tömény káliumhipermangánoldatot az összekötő gumicsöveknél adtuk be injekciós tű segítségével. Bár legjobb fedést nem ez, hanem a tus adott, a hipermangán alkalmazása bizonyult legelőnyösebbnek, mert nem okoz lerakódást a csövekben, és nem hagy sehol maradó foltot, mert a levegőn elbomlik.

A modell méretei szándékosan túlzottak. A hossz-mélység arány 2 : 1, azaz 10 km forrás-víznyelő távolságnál 5000 m mély karsztnak felelne meg. A vízszintes járatok egyenesek, a függőlegesek megtörtek, hogy ezzel is kitüntessük a vízszintes irányt, amely a víznyelőtől rövid úton vezet a forráshoz.

A kísérletek azt mutatták, hogy a felszínről bejutó víz a karsztosodott repedéshálózat legmélyére is lehatol és onnan is eljut a forráshoz. A hármas forrásszájjal végzett méréseink szerint az alsó két emelet (a vízhozam abszolút értékétől függetlenül) mindössze 20—25%-kal szállított kevesebb vizet, mint a felső kettő. Ez az adat semmiesetre sem alkalmas arra, hogy a mélykarszt vízszállítására vonatkozó mennyiségi következtetéseket vonjunk le. Azt azonban nyugodtan állíthatjuk, hogy a mélykarsztos repedések a vízszállításban jelentékenyen részt vesznek, a karsztosodottság ill. repedezettség *legnagyobb mélységéig*.



3. ábra. Kép a karsztmodell sorozat-felvételeiből. Kis nyílak jelzik a festékfront pillanatnyi helyét.

Az aklimatikus áradásokat illetően a vízhozam-regisztrátumok világosan mutatták, hogy szivornyas forrásról van szó. A szivornyaürítések statisztikus vizsgálata a karsztvíz árapály-jelenségeire hívta fel a figyelmet. (E problémakörrel Maucha L. foglalkozik).

Az egyes kitörések által szállított vízmennyiség különböző. 1965-ben pl. 4700 m^3 körül ingadozott; a kitörések kétharmad része $3300\text{--}5700 \text{ m}^3$ közé esett, szabályos eloszlásképpel. Az alaphozamok és a kitörések által szállított vízhozam kapcsolatának elemzése szerint a szivornyatöltő hozam a szivornya vízszállításának idején az alaphozam 12% -a körül ingadozott; az esetek kétharmadában $10\text{--}15\%$ között volt. $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ alatt és $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ felett a szivornyaürítés szünetelt.

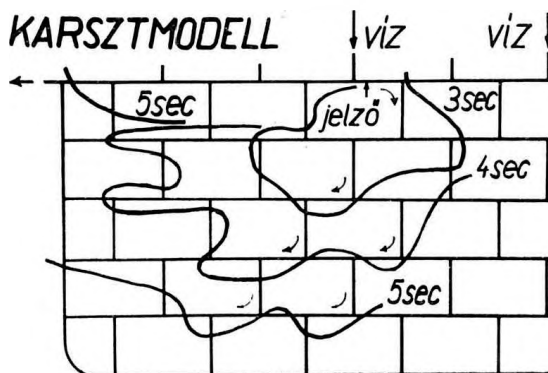
A kitörésekkel kapcsolatos problémák tisztázására részletes helyszíni mérésorozatot is szerveztünk. Ennek során tíz napon keresztül (1967. V. 22—31.) éjjel-nappal tíz percenként mértük a forrásvíz hőmérsékletét, elektromos vezetőképességét, és 30 percenként analizáltuk a kloridion-tartalmat. A hőmérsékletet $0,01^\circ\text{C}$ beosztású Beckmann-hőmérővel mértük, melyen leolvasótávcsővel $0,001^\circ\text{C}$ -ot is leolvastunk. Az elektromos vezetőképességet a forráshoz telepített laboratóriumi vezetőképességmérő műszerrel mértük, 1% felbontóképességgel. A kloridion-tartalmat a kutatóállomáson kifejlesztett fotometriás módszerrel mértük, ennek felbontóképessége 1 mg/l .

A vizsgálat során sikerült a kitörésekhez kapcsolódó jellegzetes hőmérsékletváltozásokat megfigyelni. Ezek szerint a vízhozamnövekedés kezdetét kb. $1,5$ órával követi egy gyors, $0,03\text{--}0,05^\circ\text{C}$ -os hőmérsékletcsökkenés, majd hőmérsékletnövekedés következik, s a hőmérséklet a kitörés kezdete után mintegy $20\text{--}22$ órával a kezdeti érték felett kb. $0,1^\circ\text{C}$ -kal tetőzik (ekkorra az árhullám gyakorlatilag már le is vonult), ezután lassan csökkenni kezd.

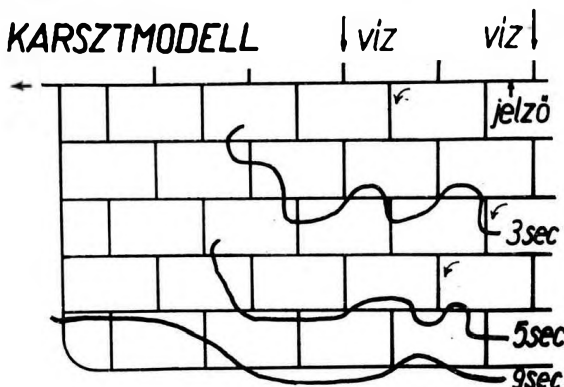
A mérésorozatot lassan csökkenő alapvízhozam mellett (tavaszi árvíz levonulása) végeztük. Kiderült, hogy a korábban megállapított vízhozam-víz hőmérsékleti függvény csak statisztikusan, a kitöréseket megelőző hőmérsékletekre érvényes. A kitöréseket ugyanis többnapos hőmérsékletcsökkenés követi, csökkenő alaphozamnál is.

A kitörésekkel kapcsolatos esetleges összetételváltozás nagysága a használt berendezéseink felbontóképességét nem érte el.

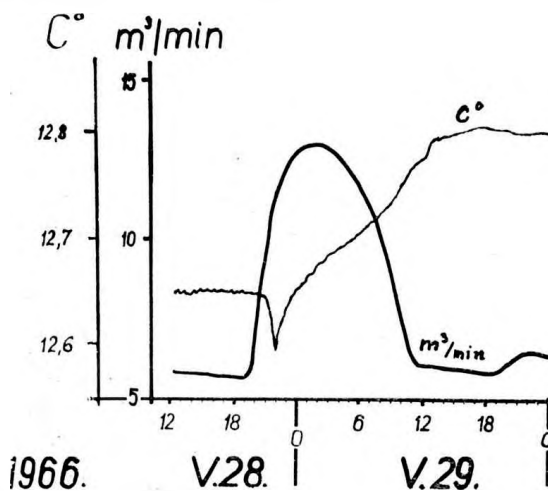
Ha ismerjük a víz, valamint a nyomáshullám terjedési sebességét, akkor a vízhozamnövekedés és a hőmérsékletcsökkenés kezdetei közötti időből meghatározható a kitörést okozó szivornya helye. Ennek megállapítására mérésorozatot kezdtünk, melynek során különböző vízhozamoknál mérjük a nyomáshullám és festékhullám sebességét. Eddig egy adatpárt állapítottunk meg: közel minimális, $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$ vízhozamnál a barlangi mérőponttól (belső kikötő) a forrásig terjedő 300 m távolságon a nyomáshullám $0,032 \text{ m/s}$, a festékhullám (fluoreszcein) $0,05$



4. ábra. A karsztmodell vázlatja, a festék terjedésének izokron görbéivel. Minden vízhozamhoz más-más ilyen ábrák tartoznak, de a frontok alakja nem nagyon különbözik.



5. ábra. Ugyanaz, mint a 4. ábra, de egy más kísérletnél.



6. ábra. A részletes mérés anyagából. Egy szivornyas kitörés vízhozamképe és a kísérő hőmérsékletváltozások.

m/s sebességgel haladt. Erdemleges következtetéseket természetesen majd csak akkor lehet levonni, ha már részletesen ismerjük a sebesség-vízhozam függvényeket.

A helyszíni mérésorozatot összefüggésvizsgálattal is egybekötöttük; 300 kg konyhasóval megjelöltük a Lófej-forrás vizét. A hozamok gyors csökkenése miatt a só a részletes vizsgálat ideje alatt nem jelent meg. (Párhuzamosan figyeltük a Kistohonya-forrást is). Jóval később sikerült a koncentráció-növekedést a Nagytohonya-forrás vizében kimutatnunk, ekkor azonban már csak 2—3 naponkénti szóránymérések folytak, így nem tudtuk megállapítani sem az átfutás pontos idejét, sem a leglényegesebb kérdést nem dönthettük el: kitöréshez kötöten jelenik-e meg a sóhullám, vagy attól függetlenül. A Lófej-Nagytohonya összefüggés tehát igazoltnak látszik, de még további vizsgálatokat igényel.

Die Untersuchung der Jósvalfői Nagytohonya-Quelle

Der Verfasser beschreibt die Resultate der Untersuchungen, die von den Mitarbeitern der Jósvalfői Karstforschungsstation in der Nagytohonya-Quelle durchgeführt wurden. Die Temperatur dieser Quelle ist höher, als die der benachbarten Spaltquellen. Laut seiner Berechnungen besteht ein Reziprokverhältnis zwischen Wassertemperatur und Wasserer-

giebigkeit jedesmal monatlang nach Hochwässern. Seine Meinung über die voraussichtlichen Wasserbewegungen im Tiefkast wird beschrieben, sowie seine diesbezügliche Modellexperimente demonstriert. Eine sonderbare Messungskette wird vorgestellt, die von den Mitarbeitern der Forschungsstation zur genaueren Untersuchung der aklimatischen (geheberten) Anschwellungen der Quelle organisiert wurde.

Исследования источника Надътохоня в районе Йошвафё

Автор знакомит нас с результатами исследований, проведенных сотрудниками станции по изучению карстов в Йошвафё. Температура воды источника Надътохоня несколько превышает температуры остальных источников района. Излагает расчеты, которые показали, что после паводков существует, в течение нескольких месяцев, взаимосвязь между температурой и дебитом воды. Сообщает, далее, свое мнение о движении воды, ожидаемой в глубоком карсте и представляет свои модельные исследования. Затем информирует нас о той специальной серии измерений, которую сотрудники станции организовали для более точного изучения аклиматических (сифонных) паводков источника.

Esploro de la fonto Nagytohonya en Jósvalfő

La aŭtoro informas pri la rezultatoj de la esploroj, kiujn la esploristoj de la „Karstesplora Stacio en Jósvalfő” faris ĉe la fonto Nagytohonya. Tiu ĉi fonto havas pli altan akvotemperaturon ol la aliaj karstfontoj en la regiono. Li informas pri la kalkulo, laŭ kiu post inundoj dum multaj monatoj validas reciproka rilato inter la akvodebito kaj akvotemperaturo. Li publikas opinion pri la akvomovo atendebla en la profunda karsto, kaj desegnas siajn permodelajn eksperimentojn pri tiu ĉi movo. Fine li informas pri la speciala mezurado, per kiu la esploristoj detale studis la neklimateajn (sifonajn) inundojn de la fonto.



A Jósvalfői Karstkutató Állomás, ahol a Nagytohonya-forrás vizsgálatait végzik.

A HELIKTITEK KÉPZŐDÉSI PROBLÉMÁJA

Heliktiteknek nevezzük a barlangokat díszítő képződmények közül azokat az általában néhány milliméter átmérőjű, gyakran hajlott vagy cikcakkos képződményeket, amelyek a barlang falából a vízszinteshez közelálló irányban állnak ki. Gyakran *excentrikus képződményeknek* is szoktuk nevezni őket, ezzel utalva szabálytalan, gyakran csavarodott, a kristályos formáktól eltérő megjelenésükre. (1. és 3. ábra).

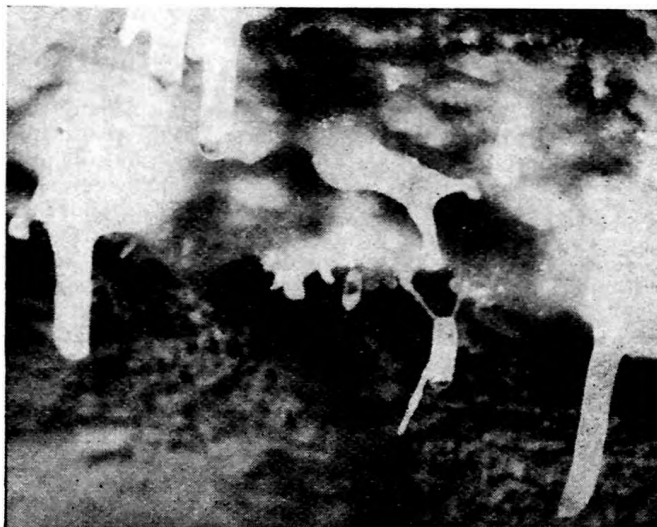
A csavart, helix-szerű kristályok nem ritkák. Különösen a gipsz növekedésénél előforduló rács-
hibák, ún. csavart diszlokációk, gyakran hoznak létre ilyen formákat. Mesterségesen is létre lehetett hozni ilyen kristályokat más anyagokból is (pl. NaCl szalonnabőrön) (1.). Valamennyi ilyen növesz-



2. ábra. 1. típusú heliktit telep.

tésnél a növekedés az anyalugban jött létre, azaz semmi sem akadályozta meg a kristályokat felépítő ionokat, hogy a növekvő heliktit bármely pontjára akadálytalanul eljussanak.

Ezzel szemben a barlangi heliktitek nem merülnek vizes oldatba, hanem a barlangi légtér övezi őket. Ezért van az, hogy már a barlangkutatás korai időszakában felkeltették a kutatók figyelmét (2.). A század elején még előfordulásukat rendkívül ritkának

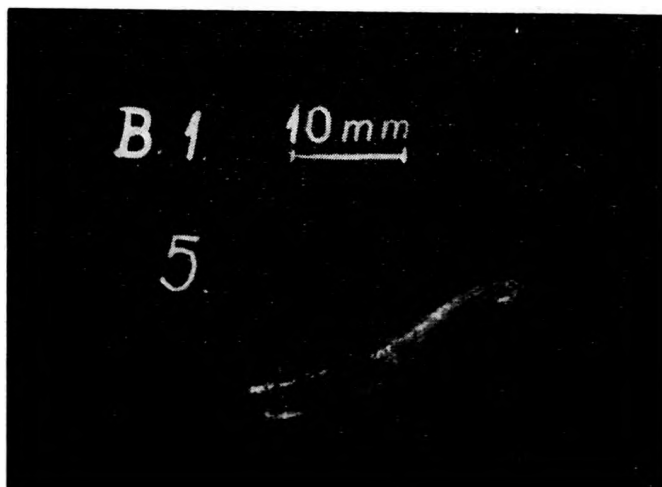


1. ábra. 1. típusú, tűszerű heliktit.

tekintették. Később azonban pl. a Moulisi-barlangban kiterjedt telepekben akadtak rá egészen fantasztikusan csavart, több centiméteres hosszúságú példányokra is. Ez a tény újból elindította a kutatásokat (3.).

Hazánkban a Béke-barlang feltárása után kezdtek a kérdéssel először foglalkozni, az akkor még szenzáció számba menő képződményekkel. A nem sokkal később felfedezett Vass Imre- és Szabadság-barlangban is nagy számban találtak heliktiteket. Különösen a bódvaszilasi Meteor-, majd a bódvarákói Rákóczi-barlang feltárása engedett arra következtetni, hogy a heliktitek nem is olyan ritkák. Ez utóbbi két barlangban derült fény arra is, hogy a heliktitek ritkán fordulnak elő magányosan, hanem általában telepekben találhatók. Ez a tény indította el ismét a kutatásokat. A telepekben való előfordulásra épített elmélet alapján azután már tudatosan kerestük a heliktit telepeket és az elmélet gyakorlati próbá-

3. ábra. 2. típusú, kapillárist tartalmazó heliktit.



jának tekintettük azt, amikor pl. a Baradla-barlangban is megtaláltuk azokat.

A gyakori előfordulás lehetővé tette, hogy a heliktit telepeket, magukat a heliktitek morfológiai, kristálykémai stb. vizsgálatok alá vessük, és az eredmények statisztikus feldolgozása alapján három alaptípust különböztessünk meg.

1. típus. Az ebbe a csoportba sorolt képződmények általában tű-szerűek. Keresztmetszetük igen gyakran háromszög alakú, vastagságuk a néhány tized millimétertől 2–3 milliméterig terjed. A vastagabb képződmények keresztmetszete gyakran gömbölyített háromszög. A heliktitek általában egyenesek vagy cik-cakosak. Kapillárist nem tartalmaznak. Kalcit egykristályoknak vagy orientáltan összenőtt polikristálynak tekinthetők, a heliktit csúcsa a kalcit hasadási romboéder (4041) csúcsával megegyezik. A kristálytani c tengely független a heliktit alakjától, és minden pontban azonos irányítottaságú, azaz a heliktit kezdeti növekedési irányával megegyező. (1. ábra). A telepeik általában zárt üregekben találhatók, gyakran kürtők, hasadékok visszahajló falain, ott, ahol a felfelé szálló légáramlás „mossa” a falat (2. ábra).

2. típus. Az ide sorolt heliktitek általában opálos, többnyire fehér kacsok, vagy szabálytalanul görbe szálak. Keresztmetszetük többnyire gömbölyű v. gömbölyített háromszögletű forma. Vastagságuk 2–10 mm (3. ábra). Mindig tartalmaznak belső, néhány tized mm átmérőjű kapillárist. Kalcit polikristálynak tekinthetők, a kristálytani c tengely a kapilláris irányával párhuzamos, azaz követi a heliktit növekedési irányát. Telepeik általában hajszálrepedések mentén fejlődnek ki (4. ábra). Gyakran megtalálhatók sztalaktitokon is (5. ábra).

3. típus. Szintelen, átlátszó sztalaktitokat soroltunk ebbe a csoportba. Ezek meghatározása eltér a bevezetőben adott heliktit meghatározástól, mégis a heliktitek fogalmába foglaltuk őket, mert képződésükben bizonyos közös vonásokat találtunk. Ezek a 2–4 mm átmérőjű, gömbölyű keresztmetszetű

képződmények ugyanis nem tartalmaznak belső kapillárist. Egy vagy két kalcit egykristálynak tekinthetők. A kristálytani c tengely nincs összefüggésben a növekedési irányával. Alsó végük lapos, a kalcit egykristály valamelyik lapjával megegyező, és állandóan vízcepp lóg rajtuk (6. ábra). Ez a csepp azonban nem cseppen le. A telepek baldachinok alján, vékony mennyezeteken találhatók (pl. Vass Imre-barlangban a Minka-ágban és a Gyémánt-tavi-ágban).

4. típus. Tulajdonképpen a fenti típusok kombinációjából tevődik össze. Az alap gyakran a 2. típus, amely 1. típusú véggel rendelkezik (7. ábra). Előfordul azonban az 1. és 3. típus kombinációja is (1. ábra). A gyakorlatban található heliktitek zöme kombinált képződménynek tekinthető.

A kristálytani vizsgálatokat polarizációs mikroszkóppal, röntgendiffrakcióval végeztük el, felhasználva a 10%-os ecetsavval létrehozható maratási idomokból származó orientációs adatokat is.

Spektrográfus vizsgálattal (4) megállapítottuk, hogy a képződmények szennyező elemei Mg, Ba, Sr, Fe, Si, Al néhány nyomelem kíséretében, és az összetétel megfelel a csepegő vizek nyomelem és szennyező-ion tartalmának.

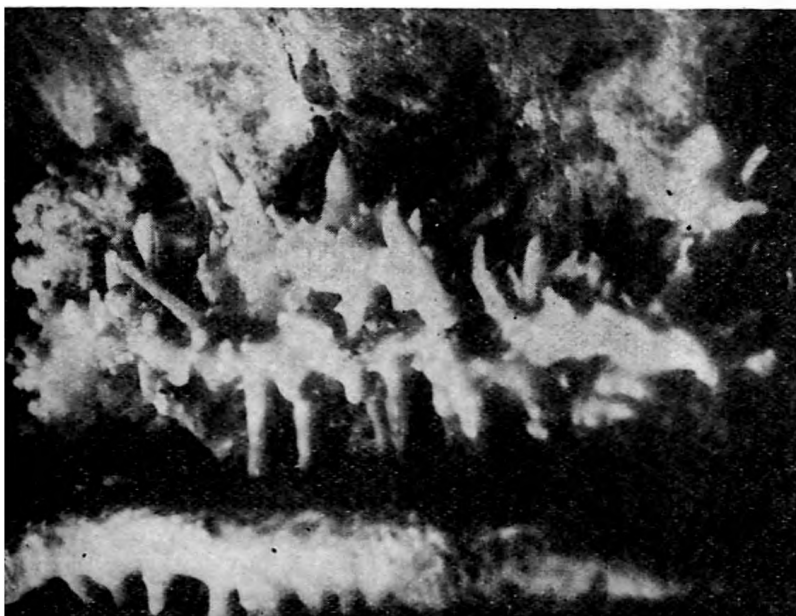
A minták között aragonitot nem találtunk.

A begyűjtött minták nagy része a Vass Imre-barlangból és a bódvarákói Rákóczi-barlangból származott. Feltételezésünk szerint az itt szerzett adatok változtatás nélkül érvényesek más barlangokban található heliktitekre is, ugyanis morfológiai eltérések barlangok szerint nem tapasztalhatók.

Vizsgálataink eredményét megkíséreltük az irodalomban fellelhető elméletekbe illeszteni, hogy el tudjuk dönteni, azok közül melyik írja le legjobban a valóságot.

Prinz (2) és Trombe (5) rámutattak arra, hogy a heliktitek rácshibát tartalmaznak. Ezeket a hibákat tették felelőssé a növekedési rendellenességért. Viehmann (6) úgy találta, hogy a barlangi légáram-

4. ábra. 2. típusú heliktit telep cseppkörepedés mentén



5. ábra. 2. típusú heliktit szalmacseppkövön.





7. ábra. Kombinált heliktit telep.



6. ábra. 3. típusú heliktit telep

lásnak jelentős szerepe lehet görbe képződmények létrejöttében. Heller (7) baktériumok tevékenységével igyekezett a heliktit képződést magyarázni, Géze (3) és Viehmann (6) a kapillaris hatást emelték ki, mint az excentrikus növekedést létrehozó tényezőt. Jakucs (8) a karsztban uralkodó hidrosztatikai nyomást tette felelőssé a heliktit növekedésért.

Vegyük sorra az elméleteket.

A *rácshibák* valóban megtalálhatók a heliktitekben, — erre utal pl. a több képződménynél található pikkelyszerű felület — de amint azt később bemutatjuk, rácshiba a rendellenes növekedés következménye és nem oka.

A *barlangi légáramlás* szerepét a heliktit-telepek tanulmányozása során el kellett vetnünk, ugyanis a heliktitek növekedési iránya egy telepen belül is nagyon eltérő. A barlangi falat súroló légáramlás más szerepet kap majd a később kifejezésre kerülő elgondolásokban.

Nem tartjuk túlzottan valószínűnek, hogy a szervetlen táptalajnak tekinthető barlangi falon, különösen annak felső száraz részén jelentős anyagcseretermékként CaCO_3 -at kiválasztó *mikroorganizmus-tevékenység* lenne, ugyanis ott az életműködés feltételei nincsenek meg.

A *kapillaris-hatás* az, amely így a legvalószínűbbnek tűnt. Viehmann (6) szerint a vékony repedésen kiszivárgó víz monomolekuláris filmet alkot, és így szivárog a képződmény külső felületén. Minthogy a kapillaris erők lényegesen nagyobbak a gravitációs erőknél, a heliktit a gravitációval ellentétesen, felfelé is növekedni tud. Géze (3) szerint a kapillarisson kiszivárgó oldatból kirakódó CaCO_3 az eredeti kapillarist meghosszabbítja. Minthogy a szivárgás sebessége igen kicsiny, nem képződik a heliktit végén vízcsepp. A növekedési irányt pedig aktuális kristálynövekedési tényezők befolyásolják.

A Géze-féle modellt matematikailag analizáltuk (8. ábra) (9). Végeredményben a kapillarisból

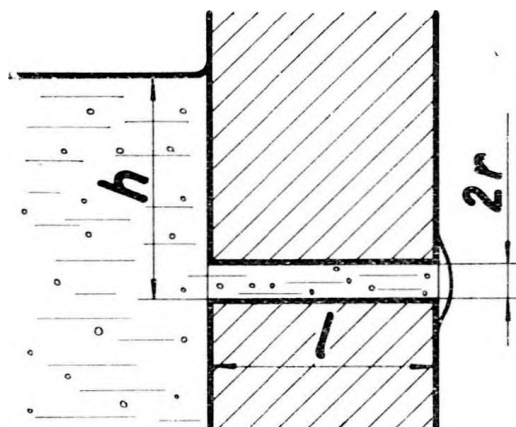
kiszivárgó karsztvíz térfogatsebességére (w , $[\text{cm}^3 \text{ sec}^{-1}]$) a következő összefüggést kaptuk:

$$w = \frac{87,6 \ r^4 h + 132 \ r^3}{l}$$

ahol a betűk jelentését a 8. ábra alapján érthetjük meg.

A képlet idealizált (lamináris áramlás) esetre érvényes, de a valóságban számításba vehető 0,1 mm-nél kisebb kapillaris-sugarak esetén, igen tág kapillaris-hossz (l) és vízszint-magasság (h) esetén igaz. Az első, ami szembetűnő, hogy 0,1 mm-nél kisebb kapillaris-sugár esetén a számlálóban levő első tag, — ami a hidrosztatikai nyomástól függ, — igen nagy vizoszlop-magasságig elhanyagolható a kapillaris erőt képviselő második tag mellett (pl. $r = 10^{-2}$ cm-nél $h = 10^3$ cm). Ekkora összefüggő vizoszlopnomás pl. a Vass Imre-barlang heliktit-telepei fölött nem képzelhető el. A *hidrosztatikai nyomás* szerepét (8) el kell tehát

8. ábra. A kapillaris modellje.



vetnünk, ugyanis a valóban észlelt kapillaris-sugarak 10^{-2} cm-nél kisebbeknek adódtak.

A kapillarisból kiszivárgó oldat a kapillaris külső végénél a falon szétterül. A kapillaris erőhöz itt hozzáadódik a gravitációs erő is, ezért lefelé több oldat szivárog, mint fölfelé. Lemérhetjük a kapillaris erő relatív nagyságát pl. azzal is, hogy mennyivel nagyobb területen nedvesíti az oldat a kapillaris alatt levő falat, mint a fölötte levőt.

Számítsuk most ki, hogy mitől függ a kivált CaCO_3 mennyisége a kapillaris vége környezetében.

Ismert (10), hogy a karsztvizben levő $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ egyensúlyi koncentráció a víz felületénél levő CO_2 parciális nyomásának (koncentrációjának) a függvénye. A kapillarisból kilépő, kb. 20–24 nk° karsztvíz a kilépés pillanatában a barlangi légtérben uralkodó CO_2 koncentrációjú levegővel érintkezik. A karsztviznek megfelelő CO_2 koncentráció és a levegőben levő CO_2 koncentráció eltérő (a levegőben lévő a kisebb), ezért az oldatból a CO_2 a levegőbe távozik. Az eltávozott CO_2 -nek megfelelő CaCO_3 fog azután lecsapódni a falra, és így létrehozza a heliktitot. A CO_2 távozás sebességét az oldatban, valamint az oldat felületéről a levegőbe történő diffúzió szabja meg. A két fázisban a diffúzió sebessége nagyságrendileg eltérő, így a számításokat csupán a gáz-fázisú (levegő) diffúzióra szorítva, az oldatban a koncentrációváltozás a következő egyenlettel írható le (9):

$$\ln \left(\frac{n_0}{n} \right) = D \frac{f}{dv} \tau$$

ahol:

- n_0 az oldat elemi térfogatában a kilépés időpontjában levő CO_2 molekulák száma,
- n az aktuális időben az oldat elemi térfogatában levő CO_2 molekulák száma,
- d a réteg vastagsága [cm],
- v a réteg térfogata [cm^3],
- f a réteg felülete [cm^2],
- D a CO_2 -nek levegőben mért diffúziós állandója, ami (10) alapján $1.16 \cdot 10^{-6}$ [$\text{cm}^2 \text{ sec}^{-1}$]

Az egyenletből kiszámítható, hogy homogén rétegvastagság (d) esetén a koncentráció-csökkenés sebessége kizárólag a rétegvastagság függvénye. A koncentrációváltozás sebességét az ún. felezési idővel ($\tau_{1/2}$) jellemezhetjük, ami azt az időt jelenti [sec]-ban kifejezve, ami az oldatban levő kezdeti CO_2 koncentrációnak a felére való csökkenéséhez szükséges. Ez az idő d [cm] rétegvastagság esetén:

$$\tau_{1/2} = 5,9 \cdot 10^5 d^2 [\text{sec}]$$

Ez monomolekuláris film esetén ($d \approx 10^{-8}$ cm) igen kicsiny, azaz nem képzelhető el, hogy a heliktit felületén számottevő ionmennyiség a néhány cm-re levő heliktit csúcsig eljuthasson. Fordítva viszont a helyzet reális. Azaz a kapillaris kilépési pontján történik a kiválás tekintélyes része, éspedig a szétterülő folyadékfilm mennyiségével arányosan. Alul tehát a gravitációs erő miatt több CaCO_3 válik ki. Ez azt jelenti, hogy a heliktit éppen a gravitációs erő hatására görbül lefelé a kezdeti szakaszban. A heliktit további növekedésének irányát már

az aktuális kristályosodási körülmények határozzák meg. Az ilyen gyors, körkörös kiválás nem teszi lehetővé egykristály növelését, a heliktit tehát polikristály. A felületén a csúcstól a talp felé szivárgó víz szivárgási sebességétől függ a heliktit vastagsága. Minél nagyobb a szivárgási sebesség, annál nagyobb hosszban radódik le CaCO_3 , a heliktit tehát annál vastagabb és hosszabb is. Ez a megállapítás sincs ellentmondásban a tényekkel. A hatást — analógia alapján — *vulkánhatásnak* neveztük el. Ez a hatás hozza létre a 2. típusú heliktiteket.

A felületi kapillaritás is létrehozhat azonban képződményeket. Ezeket soroltuk a 3. típusba. Ezeknél a levegőben levő CO_2 koncentrációval közel megfelelő töménységű oldat szivárog át a vékony mennyezeten, és ott csepp formájában összegyűlik. A barlangi levegő azonban nem telített, párolgás mindig tapasztalható. Azonfelül — ezt majd a későbbiekben bizonyítjuk is — a levegőben $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ tartalmú vízcseppek is vannak. A vízcseppek kicsapódnak az összegyűlt nagy cseppekre, ugyanakkor a telítetlen levegőben a víz elpárolog. Az oldott CaCO_3 tartalom pedig lassan kicsapódik. Az igen lassú párolgás lassú kristálynövekedést, egykristály képződést eredményez. A képződmény átmérője a cseppátmérővel megegyezik.

Az 1. típusú képződmények létrejötte ezzel azonban nem magyarázható. A kérdés megoldását analógia alapján kíséreltük meg.

A sztalaktitok, sztalagmitok a jégesapokkal, jég-sztalagmitokkal analóg képződmények. Gondosabban tanulmányozva a zuzmarát, az 1. típusú heliktitekkel rendkívül analóg formákat találtunk. Megkíséreltük tehát a zúzmará heliktitek növekedését kissé bizarr módon a zúzmará növekedés analógiaként felfogni. Ez azt jelenti, hogy feltételeztük, hogy ezek a heliktitek a növekedésükhöz szükséges anyagot a barlangi levegőből kapják. Hogy elgondolásunkat legalább a valószínűség erejére emeljük, ki kell mutatnunk, hogy a barlangi levegőben lehetséges mérhető mennyiségű $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Jól ismert tény, hogy a barlangi levegő optikailag nem tiszta. A fény hullámhosszával összemérhető vagy annál nagyobb fénytörő részecskék vannak a barlangi levegőben. Megfigyelhetjük őket pl. a Baradla-barlang levegőjében a reflektorok fénysugarában, vagy már csupán abból kiindulva is, hogy a reflektorokkal szembenézve a levegő opálos, velük háttal állva pedig tiszta. Másrészt megfigyeltük, hogy a barlangban aklimatizálódott berendezésekre — szembenézve az optikai berendezésekre — vízcseppek csapódnak ki. Ez arra utal, hogy a levegő vízgőzben túltelített. Ezek a cseppek azonban néhány perc vagy óra múlva elpárolognak, apró mézfoltot hagyva maguk mögött. (Néhány nap alatt az optikák elhomályosodnak). *A levegőből tehát kicsapódás és párolgás egyszerre van.*

Fogadjuk el ezt a tényt, és kezdjük el a levegőben a csepegés következtében porlódot karsztvizekben a párolgási, kiválási viszonyokat tanulmányozni.

Tételezzük fel, hogy a barlangi levegő vízgőzre nem telített és porlasszunk ebben a levegőben

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -at tartalmazó r_0 sugarú karsztvízcseppet. Egyelőre tekintsünk el az oldat oldott anyag-tartalmától, és számítsuk ki, mennyi idő szükséges a tiszta vízcsepp elpárolgásához. A számítás menetét (9) --- ben megtaláljuk, így itt csak a vég-eredményre szorítkozunk, azaz, az r_0 [cm] sugarú vízcsepp elpárolgásához szükséges idő τ [sec]

$\tau = \frac{r_0^2}{D} Q$ képlettel írható le, ahol D = a vízgőznek a levegőben mért diffúziós állandója ($0,102[\text{cm}^2 \text{sec}^{-1}]$), a Q kifejezés tartalmazza a levegő vízgőzre való telítettségét:

$$Q = \frac{1}{K(K-1)} - \frac{3}{2K^2} + \frac{3(K-1)}{K^2} + \frac{3(K-1)^2}{K^3} \log \frac{1}{K-1}$$

$$K = \left| \frac{\Delta c M}{\rho} \right|$$

ahol Δc = a vízgőzkoncentráció gradiense
[mol cm^{-3}]

M = víz mólsúlya [g mol^{-1}]

ρ = víz sűrűsége [g cm^{-3}].

90%-os relatív páratartalom esetén az egyenlet
 $\tau = 1,67 \cdot 10^6 r^2 \text{ sec}$ szükséges a vízcsepp elpárolgásához 10°C -on.

Ez alatt az idő alatt a vízcsepp ülepedik. Az ülepedés sebességét Stokes törvénye írja le:

$$Vr = 1,22 \cdot 10^4 r^2 [\text{cm sec}^{-1}]$$

Így például 95% légnedvesség mellett egy 10^{-2} cm sugarú csepp 1 óráig „él” és közben max. 1 cm sec^{-1} sebességgel ülepedik. (A párolgás során az ülepedés sebessége csökken). Ez azt jelenti, hogy ez a vízcsepp igen messze eljuthat a légmozgással a származási helyétől.

Vegyük most figyelembe, hogy oldattal, és nem tiszta vízzel állunk szemben. Az oldatok fölött érvényes a tenziócsökkenés törvénye, ami kimondja, hogy az oldott anyag koncentrációjával ideális esetben arányosan csökken a telített állapothoz tartozó gőznyomás, azaz gőzkoncentráció. Ez azt jelenti, hogy ha megnöveljük az oldat ion tartalmát, akkor a párolgás már 100%-nál kisebb relatív nedvességtartalomnál is abbamarad, mert az oldathoz tartozó telített gőznyomás eléri az aktuális gőznyomást. A K -ban levő Δc tehát eleve kisebb, így a párolgás lassúbb. Tekintsünk most egy 10^{-2} cm sugarú, viszonylag nagy vízcseppet. 400 mg/l CaCO_3 koncentrációt feltételezve, a vízcsepp mintegy 10^{13} molekula CaCO_3 -at tartalmaz. Tömörítsük ezt egyetlen kristállyá. 10μ élű kristályt kapunk. Ennél a méretnél már sokkal nagyobb a kristály oldhatósága, azaz 10^{-2} cm-nél kisebb méretű cseppekből, különösen, ha azt is figyelembe vesszük, hogy a cseppben nincs kristályosodási góc, nem tud a CaCO_3 kicsapódni. A párolgás során a koncentrációja növekszik, míg nem az ennek megfelelő telített vízgőznyomás el nem éri az aktuális abszolút vízgőznyomást. Az oldat párolgása ezzel megszűnik.



9. ábra. Aeroszolhatás következtében létrejött heliktit telep. A vékony tűn levő vízcseppek csak a levegőből válhattak ki.

A vízcsepp, az erősen túltelített oldatcsepp ezek szerint gyakorlatilag „örök életűvé” vált. Ha veszünk egy igen kedvezőtlen esetet, 10^{-2} cm átmérőjű cseppet és 90% relatív légnedvességet, akkor számításaink szerint a párolgás 10^{-3} cm sugárig folytatódik és ott megáll. Ezek a vízcseppek láthatóak a Tyndall jelenségnél.

A barlangi levegő tehát CaCO_3 -mal túltelített vízcseppekből álló aeroszolnak tekinthető. Ebben a formában levő Ca^{++} és Mg^{++} tartalmat mértek az orvosok pl. a Béke-barlang levegőjében. A stabil oldatcseppek átmérője $10^{-3} - 10^{-5}$ cm, így ülepedésük sebessége $0,1 \text{ mm} - 1\mu/\text{sec}$, azaz nagyon lassú.

Ha egy ilyen vízcsepp a falhoz vagy más kristályosodási góchoz ér, a túltelített oldathól a CaCO_3 azonnal kicsapódik, és ha már adott CaCO_3 kristályra válik ki, akkor orientáltan.

A porlódó folyadékcseppek elektromosan gyakorlatilag sohasem semlegesek (Millikan kísérlet), azaz mindig magukon viselnek valamilyen elektromos töltést. Ha a barlangi légáramlással a fal közelében levő feltöltött vízcsepp valamilyen kiálló csúcsmellett halad el, akkor megosztás révén (csúcshatás) a csúcshatás ellentétes töltést indukál. Különösen igaz ez akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a nedvesített fal jó elektromos vezető, és a barlang belseje ezért potenciálmentes térnek is tekinthető. A csúcshatás miatt a cseppek nagyságrendekkel nagyobb valószínűséggel csapódnak ki a csúcsok, pl. kalcit

romboéder-csúcsok hegyére. Minthogy a maximális növekedési irány a csúcs iránya, ezért az fog növekedni, és vékony tű képződik. (9. ábra.).

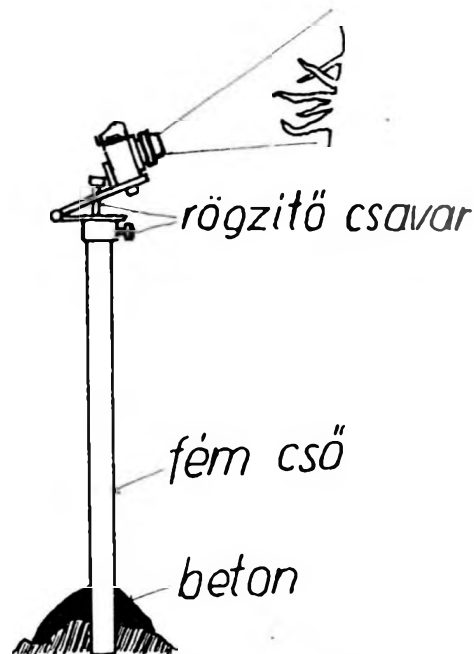
Az 1. típusú heliktiteket ezért a képződési analógia alapján *barlangi zuzmarának*, a hatást pedig *aeroszol-hatásnak* neveztük el.

Elgondolásainkat meglehetősen valószínűnek tartottuk. Továbbiakban megkíséreltük, hogy kísérletileg létrehozzuk a heliktit-növekedést, ill. mérjük valamilyen formában a növekedés sebességét.

A helyszíni növekedés mérésre alkalmasnak tűnt a fotografikus mérés (10. ábra). A fényképezőgépet állványra rögzítjük és időnként, úgy, hogy azonos helyről, azonos látószöggel, azonos irányból megvilágítva készíthessünk fotókat a heliktit-telepről 3–4 havonként. A fényképsorozatot összehasonlítva adatokat nyerhetünk a növekedés tempójára vonatkozóan.

Ilyen sorozat két tagját mutatjuk be — még nem standardizált állapotban — a 11. és 12. ábrán. A 11. ábrán a felvétel 1964. nov. 12-én, a 12. ábrán levőt 1965. április 4-én készítettük. A nyilak jelzik a különbségeket. Bár a felvétel — éppen a gyufaszál eltérő helyzete miatt — nem rendelkezik bizonyító erővel, mégis megerősítette azt a véleményt, hogy relative gyors növekedési sebességekkel számolhatunk.

A Vass Imre-barlang Gyémánttavi-ágában ezért elhelyeztünk egy mikroszkópot, és azzal kíséreltük meg a növekedés mérését (13. ábra). Az okulárba a 14. ábrán látható mikrorácsot helyeztük el (dokumentum filmre pauszrajzról készített diapozitív), és azon időnként leolvassuk a heliktit-profilnak a ráccsal alkotott metszéspontjait. Egy ilyen mérés-sorozat eredménye látható a 14. ábrára berajzolva egy 2. típusú heliktit esetében. Az ábra ** térnegyedében található csúcs a szivárgó vízből származó csúcs, ezért ingadozik a magassága a szivárgási sebességből származó különbségek hatására (a csúcs a képződményen alul helyezkedik el!). A leolvasások között 2, ill. 3 hét telt el. A módszer értékelése most van folyamatban.



10. ábra. A fényképezőgép rögzítése a heliktitek növekedésének helyszíni mérésére.

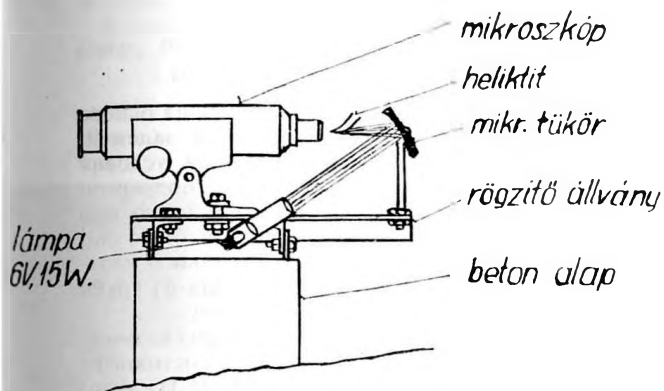
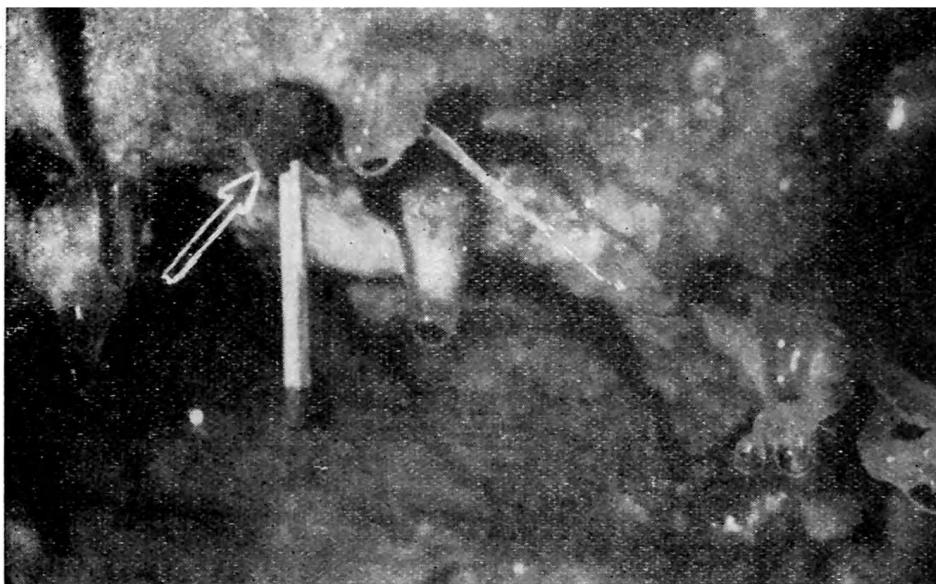
Az 1. típusú heliktitek növekedését súlyméréssel vizsgáljuk. A 15. ábrán látható formájú, kereteket helyeztük el a Vass Imre-barlang különböző helyein. Négy hónapos tárolás során a 9. ábrán bemutatott jelenséghez hasonlókat tapasztaltunk, azaz az injekciós tűkön vízcseppek gyűltek össze. A kicsapódást csak az utolsó két héten tapasztaltunk rajta, a minták súlyváltozása ($< 6 \text{ mg}$) azonban a hibahatárt ($4, -5 \text{ mg}$) alig haladta meg, sőt 1–2 képződménynél 1–2 mg-os súlycsökkenést is tapasztaltunk.

Mindkét mérés hosszú időre kiterjedő munka és finomításra szorul.



11. ábra. 1. típusú heliktit növekedése. A felvétel 1964. nov. 12-én készült a Vass Imre-barlangban.

12. ábra. 1. típusú heliktit növekedése. A felvétel --- a 11. ábrának megfelelően --- 1965. ápr. 4-én készült.



13. ábra. Heliktit növekedésének mérése mikroszkóppal.

Az aeroszol-effektus felismerése mindenesetre egy gyakorlati hasznosítás gondolatát felvetette. Ha az aeroszol-cseppek elektromosan feltöltöttek, és ezek okozzák a barlangi levegő rendkívül korrózív jellegét, akkor esetleg egy egyszerű tértöltési rendszerrel berendezéseinktől távol tarthatjuk őket. Vizsgáljuk meg a 16. ábrán látható elrendezésből származó viszonyokat.

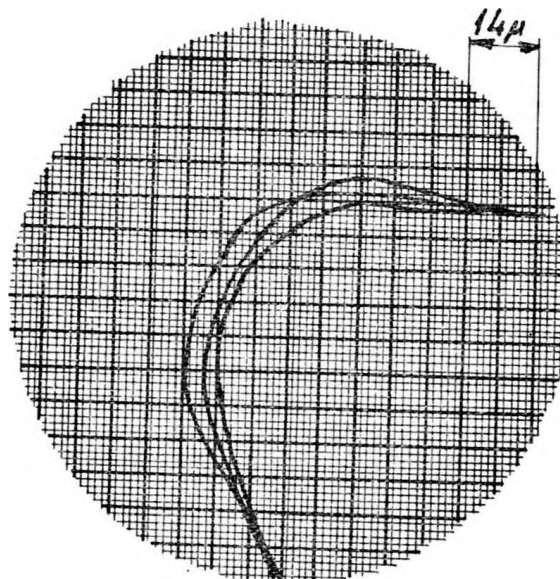
Az ábra közepén levő hőmérőpárral a relatív légnedvességet kívánjuk mérni. A levegőben levő túltelített aeroszol-cseppek az átszivatott levegőből rácsapódnak mindkét hőmérőre, ott részben hót adnak le, a kicsapódó CaCO_3 kristályosodási hőjét, részben a száraz hőmérőt is nedvesítik, tehát a hőmérséklet mérést irreálissá teszik. Ezért kapunk ezzel a módszerrel 100 % körüli relatív páratartalom értékeket.

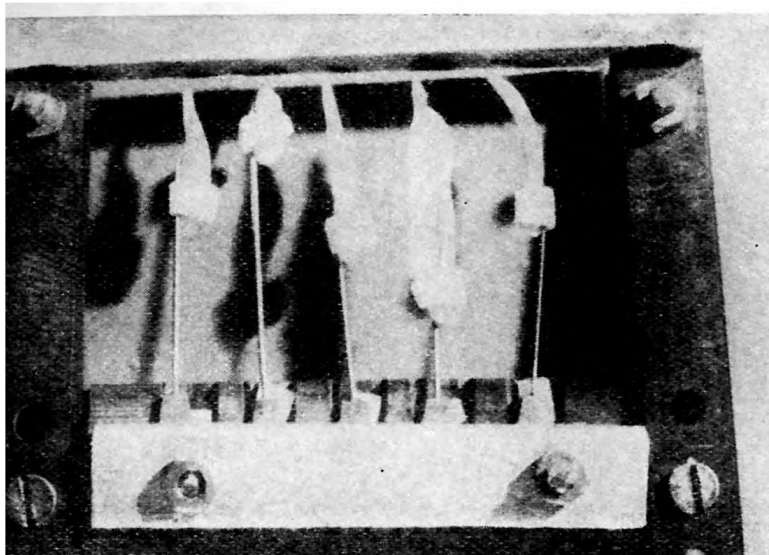
Kapcsoljunk a külső hálóra + feszültséget. A + töltésű cseppekre így taszító hatás keletkezik, eltávolodnak a hálótól, a — töltésű cseppek viszont

kicsapódnak rá. A hálón csak néhány + töltésű csepp és a rendkívül kis valószínűséggel előforduló semleges cseppek juthatnak át. A maradék + töltésű cseppek a következő — töltésű háló fogja meg. A berendezés — esetünkben hőmérőpár — így az aeroszoltól gyakorlatilag megtisztított levegővel érintkezik, tehát sokkal realisabb mérési eredményeket szolgáltat.

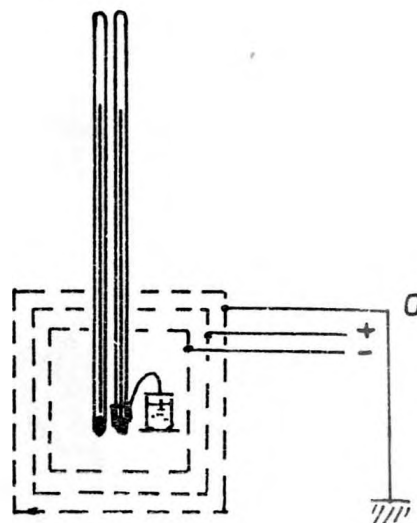
A szükséges feszültségek nagyságát kísérletileg határozzuk meg. Akkor feszültséget kell alkalmazni, amekkora még érintésvédelmi szempontból használható. E miatt szükséges egy harmadik, ritkább háló alkalmazása, amely megakadályozza, hogy az esetleg veszélyes potenciálra töltött belső hálókhoz az ember hozzáérhessen.

14. ábra. A heliktit növekedését mérő, százszoros nagyítású mikroszkóp látómezője. Az ábrákra berajzoltuk három mérés összesített eredményét is.





15. ábra. Súlymérésre szerkesztett, a heliktitek növekedését mérő keretek az aeroszol-effektus tanulmányozásához



16. ábra. Elektromosan feltöltött hálók alkalmazása az aeroszol káros hatásának kiküszöbölésére.

IRODALOM

1. Dr. ZOLTAY JÁNOS egyetemi tanár szóbeli közlései.
2. PRINZ, W.: Les cristallisations des Grottes de Belgique. Harez, Bruxelles, 1908.
3. GÉZE, B.: Les cristallisations excentriques de la grotte de Moulis. At. d'Impr. d'Art J.B. Paris, 1957. La speleologie scientifique. La Rayon de la Sciences, 1965.
4. CSER F. — FEJÉRDY I.: Karszt és Barlangkutatás, 4 p. 15. 1962.
5. TROMBE, F.: La speleologie, Press. Univ. de France, Paris, 1956.
6. VIEHMANN, J.: Dari de seama ale sedintelor Comitetului Geologic (Romania) 42 p. 579. 1950.
7. HELLER, F.: Die Höhle, 13/3 p. 64. 1962.
8. JAKUCS, L.: A Béke-barlang felfedezése, Művelt Nép, Budapest, 1953.
9. CSER F. — MAUCIA L.: Contribution to the origin of „excentric” concretions. — Karszt és Barlangkutatás, Vol. V., 1968.
10. Dr. MARKÓ LÁSZLÓ: Kalciumkarbonát és magnéziumkarbonát elegyek oldhatósága vízben széndioxid jelenlétében. — Karszt- és barlangkutatás. 1961. I.

Das Problem der Bildung von Heliktiten

Auf Grund der Untersuchung von Morphologie und Lagerstätten der Heliktite genannten Formationen haben wir sie in drei Gruppen unterteilt. Wir haben die Umstände der Bildung dieser drei Grundtypen studiert, und überprüften dabei die bisherigen Bildungstheorien. Mit einer mathematischen Methode wurde bewiesen, dass allein die Theorie der Kapillaren sich als real erweist, und dass eine Gruppe der Heliktite nach diesem Mechanismus wächst.

Es wurde nachgewiesen, dass es in der Höhlenluft stabiles Aerosol geben kann, das aus übersättigter $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ Lösung besteht. Die dünnen, nadelartigen Heliktite, die keine Kapillaren enthalten, wachsen aus diesem Aerosol. Dieses Aerosol verursacht die aggressive Abscheidung, die zur Korrosion in der Höhle führt. Als Anwendung der Bildungstheorie in der Praxis, machen wir einen Vorschlag zur Beseitigung der Korrosion.

Вопросы образования геликтитов

Геликтиты, образования в пещерах, на основе изучения их внешней морфологии и залежей, разделяются на три группы. Изучая условия образования основных типов мы подвергли критическому пересмотру известные до сих пор теории. Математическими методами было доказано, что из известных теорий реальной является лишь капиллярная теория, и одна из групп геликтитов растет по этому механизму.

Было доказано, что в воздухе пещеры возможно наличие стабильного аэрозоля, состоящего из пересыщенного раствора $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Из этого аэрозоля растут тонкие, иголкообразные бескапиллярные геликтиты. Агрессивные осадки вызваны аэролем в свою очередь вызывают коррозию в пещере. В качестве практического применения теории образования мы будем рекомендовать отстранение осадков.

La problemaro pri la kreskado de la heliktitoj

Surbaze de la studado de iliaj morfologio kaj trovloko la grotajn kreaĵojn nomatajn helikito (ekscenraj stalaktitoj) ni dividis en 3 grupojn. Ni ekzamenis la kondiĉojn de la kreskado ĉe la 3 ĉefaj grupoj kaj kritikis la ĝis tiam konatajn teoriojn. Per matematika metodo ni demonstris, ke el la konataj teorioj nur la kapilara teorio estas reala; laŭ tiu kreskas unu grupo de heliktitoj.

Ni demonstris, ke la grot aero povas enhavi stabilan aerosolon konsistantan el supersaturita $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ solvaĵo. La aerosolo kreskigas la nadlosimilajn senkapilarajn maldikajn heliktitojn.

La aerosolo estigas la agresivan kondensigon kaŭzantan grotan korozion. Ni proponas metodon pri ĝia prevento, kiel aplikon de la teorio pri la kreskado.

A BUDAI VÁRBARLANG

Budapest szívében, a budai Várhegyen találjuk meg a *Várbarlangot*. Egyedülálló ez a barlang minden vonatkozásban! Könnyen megközelíthető, könnyen járható, könnyen áttekinthető a szerkezete, a keletkezése és a történelme.

A Várhegy fő tömegét oligocén korú budai márga alkotja. Erre a jégkorszakban édesvízi mészkő rakódott le, melegvízi forrásokból. A márga és a mészkő között meszes-agyagos tavi üledék van; helyenként a Duna kavicsterasza is megtalálható, ami származását illetően újabban vitatott. A márgán keresztültörő források hozták létre a több mint tíz kilométer hosszú barlangrendszert, amelynek fekszik a budai márga és fedője a travertinó. A mészkőréteg vastagsága 6 és 18 méter között váltakozik. A barlangtermek és fülkék mérete is változatos.

A barlang jelenlegi állapotában részben természetes, főleg a mennyezete, részben mesterséges,

mert a márga oldalfalakat terméskő falazattal erősítették meg a barlang teljes hosszában. A járatoknak kb. 20%-a mesterséges járat, amelyek nagy részét a XX. században építették.

A barlangot igen sok látogató keresi fel, akik között sok a külföldi is. Mindenki érdeklődve szemléli meg a barlang természetes képződményeit és mesterséges látnivalóit, a magyar történelem itt hagyott emlékeit.

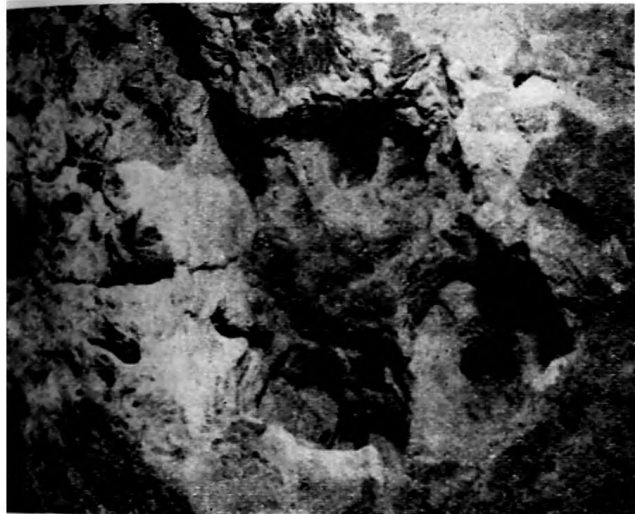
Természetes képződményeket főleg a barlang főtétjét képező édesvízi mészkőben láthatunk. Sok helyen figyelheti meg a látogató az egykori források munkáját. Gyönyörű gömbüstök, oldásnyomok láthatók. A gömbüstöket az örvénylő források mosták ki a mészkőből. Látható a mészkőben egész kis folyosórendszer, amelyet szintén a forrásvíz hozott létre. Megtaláljuk a Magyar Középhegység két hatalmas törésvonalával párhuzamos repedéseket is, amelyeket helyenként mészszipa tölt ki.

A barlangban találunk cseppköveket is, de leginkább csak ún. szalmacseppköveket. Ezek legtöbbje mesterséges építményen jött létre, ahol a falazás, betonozás saját mésztartalma ezt elősegítette. Különböző képződmények vannak, mégpedig szabályos szalmacseppkő (sztalaktit és a megfelelő sztalagmit), zászlócseppkő, cseppkőbékéregződés és torz cseppkő. A szalmacseppkövek gyorsan növekednek, ez évente a 20 mm-t is elérheti. Természetes mészkővön is találhatunk néhol cseppkövet, de csak igen kicsiket. Ezeknek a növekedése sokkal lassabb, mint az építményeken találhatóé.

A mészkőből állati csontmaradványok is előkerültek. E cikk szerzője 1968-ban találta meg egy mammutfog lenyomatát és ebben van néhány töredék is a mammutfogból. Együtt mellett két fog lenyomata látható. E csontleletek állatai a jégkorszakban kerültek a tóhoz és emlékeik a mészkőrétegbe, amikor a Várhegy-tető helyén még tavas, mocsaras terület volt, ahová a jégkorszak állatai inni járhattak. Ezen a tavas, mocsaras részen rakódott le az édesvízi mészkő is, és keletkezése közben foglalta magába a csontokat, megőrizvén azokat a mai ember számára.

Magát a budai márgát kevés helyen lehet csak látni. A barlang teljes hosszában megépített falak mögül helyenként bukkan elő a márga. Az úgynevezett Futár-folyosó elején szép rétegsort láthatunk, a mészkőréteg, a meszes-agyagos tavi üledék és a budai márga kibukkanása itt együttesen látható. A meszes üledék csak pár centi vastag.

Az ember, illetve a magyar történelem mesterséges látnivalói közül a gótikus oszlopot és kapukat (XIII.—XIV. sz.), Zsigmond császár korából származó kőkapurészletet (XIV.—XV.sz.), a török



Fent: Oldásos üregek travertinóban. Lent: Mammutfog lenyomata. (Barátosi K. felv.)



kutakat, török oszlopot, a török boltívet (XVI.—XVII. sz.), a barokk falazatot és borospincét (XVIII. sz.) érdemes megemlíteni. Ezenkívül török korból származó csontokat és a II. világháborúból eredő építményeket láthatunk.

Érdekes láttnivalók a XIII. századtól kezdve fúrt kutak is. Ezekből kb. 80 található a barlang területén. A kutakat felülről fúrták vagy ásták a mészkörétegen keresztül, majd a barlang alján a márgában folytatták, amíg vizet nem találtak. A XIII. században az első barlangüregeket a kutakon keresztül ismerték meg.

A Szabó József geológiai technikum negyedik osztályos tanulói vizsgálják a kutak vizének hőmérsékletét és kémiai jellemzőit. Itt két kút vizsgálatának első eredményét mutatom be, a többi még feldolgozás alatt van.

Kémiai vizsgálatok

Török-kút:	W ^o	5,6
	n.k.°	30,35
	SiO ₂	17,94 mg/l
	CO ₂	73,33 mg/l
Német-kút:	Cl ion	110,5 mg/l
	W ^o	6,6
	n.k.°	29,62
	SiO ₂	13,43 mg/l
	CO ₂	44,11 mg/l
	Cl ion	123,93 mg/l

Hőmérséklet mérések:

Német-kút	13,0 C°
Török-kút	13,0 C°
Kék-kút	15,5 C°
Keresztes-kút	14,7 C°
Rácsos-kút	12,4 C°
Kerek-kút	12,6 C°

A többi kút vizének elemzése még folyik.

Vízvizsgálat a barlangban. (Szabó József geológiai technikum fotószakkörének felvételeiből)



A láttnivalók számát növelik a más barlangokból származó cseppkövek. Ezek a Kossuth-, a Baradla-, a Strázsa-hegyi-, a Pálvölgyi-, az Esztramosi-barlangból, és a legújabbak a Villányi-hegységben 1968 nyarán felfedezett barlangból származnak.

Die Burghöhle in Buda

Im Herzen von Budapest, unter dem Budaer Burgberg bildete sich ein Höhlensystem von beinahe 10 km Länge. Die Höhlen erstrecken sich etwa 10—20 m tief unter den Häusern, in einer 6—18 m mächtigen diluvialen Travertinschicht. Die ersten Höhlen sind im 13. Jahrhundert bei Brunnenbauarbeiten aufgefunden worden. Im Laufe der späteren Jahrhunderte erschloss man weitere Höhlen die dann als Lagerplätze, Keller und zu Kriegszeiten als Zufluchtsorte ausgebaut und gebraucht wurden. Im 20. Jahrhundert wurden die Höhlen mit künstlichen Gängen erweitert. Die sorgfältige Durchforschung des Höhlensystems brachte zahlreiche historische Funde zu Licht. Ein Teil des Höhlensystems ist heute für den Fremdenverkehr eröffnet, und ein unterirdisches speleologisches Museum wurde dort eingerichtet.

Пещера под Будапештской крепостью

В центре Будапеште, под „Вархедем“ в Буде, образовалась система пещер длиной прибл. 10 км. Пещеры залегают на глубине 10—20 метров под домами в травертине мощностью 6—18 м плейстоценового возраста. Первые пещеры были выявлены в XIII. веке при бурении колодцев, затем в последующих веках было выявлено все больше и больше каверн, которые впоследствии были пределаны в хранилища, в подвалы, а в военные времена служили убежищем. Особенно в начале XX. столетия были пройдены штерки чтобы расширить систему пещер. При тщательном изучении этой системы было найдено очень много исторических находок. В настоящее время часть системы пещер открыта для туристов и там же был сделан спелеологический музей.

Subfortikaja grotaro en Buda

Meze de Budapeŝto, sub Várhegy (Fortikajmonto) elformiĝis grotaro, kiu etendiĝas en longo de ĉ. 10 km. La grotoj kuŝas 10—20 m-ojn profunde sub la domoj, en la pleistocena, 6—18 m-ojn dika travertino. La unuajn grotojn oni malkovris en la 13-a jarcento, fosante putojn. Tra la sekvaj jarcentoj ĉiam pli da kavernoj fariĝis konataj, kaj transkonstruitaj por deponejo, kelo. Dumilite ili etis uzataj kiel ŝirmejoj. Precipe ĉe la komenco de la 20-a jarcento la grotaro estis plivastigata per artefaritaj galerioj. Atente ekzamenante la grotaron oni trovis multe da historiaj trovaĵoj.

Nuntempe parto de la grotaro servas por fremdultrafika celo, kie ankaŭ speleologia muzeo estas establita.

A BARADLA MESEORSZÁGÁNAK FELTÁRÁSA

A Baradla eddigi története — a csehszlovák területen levő szakaszt is beleértve — szorosan kapcsolódik Vass Imre 1825. évi feltáráshoz és könyvében leírt megállapításaihoz.

A Meseország feltárását eredményező kutatásoknál magam is Vass Imre egyik ilyen megállapításából indultam ki. Könyvének egyik helyén ugyanis ezeket írja a mai Óriások termében tett tapasztalatairól:

„A gyalogút forma ösvény, mellyen itt ott hol bocsorokos, hol pusztá meztőláb nyomot, a' láb hüvelyinek, a' talpnak, sarknak, sőt néhol a' bőr vonásainak megkülönböztetésével is a' sárban kivenni lehetett, méltán almköddásra ragadt; 's azért a' legközelebbi hementelemmel annak nyomozásához láttam. És mivel a' vaskaputól kezdve 2124. ölek hosszában sehol embernymot nem találtam, csak itt ezen borzasztó hegy oldalán, a' mint több helyeken tett mérésemből kitetszett, ugyan azon egy pár láb 8. hüvely és 8. linea hossz benyomásaira akadtam; mellyeknek némelyike a' mézszivárgástól félig 1-néhol 2 hüvely vastagságnyra is be lenne borítva; mind ezekből következtetni lehet, hogy talán századok multak immár, a' mikor azon lábak ezen sáron tapodtak. Még ugyan annak bizonyítására szolgálnak egy törött fekete korszának darabjai, mellynek készítése módja, a' mostaniaktól nagyon különbözik.”

Ezen megállapítások hitelességét sokan kétségbe vonták, hiszen a bizonyítékot jelentő lábnyomok és a cserépkorszó darabok, mivel megőrzésükre nem történt intézkedés, az idők folyamán megsemmisültek. Vass Imre megfigyelései azonban annyira valóságosak a barlang egész akkori és az általa még csak feltételezett kiterjedésében és leírásában, hogy nem láttam okot kételkedni ezen leletek létezésében sem. Mivel leírása szerint a barlang általa feltárt egész hosszában emberi nyomot sehol nem talált idáig, feltehető volt, hogy valahol itt is lehetett egy ősi bejárat a barlangba. Mivel az Óriások termének legfelső szakaszán lévő omladékhely teteje függőleges irányban csak mintegy 120 méterre van a felszínhez, — a vízszintes irány ugyan ennek többszöröse, — elképzelhetőnek találtam, hogy itt lehetett az ősi bejárat is, és ezen feltételezett bejárat szakasz nem omlott be teljes hosszában. Ebben az esetben pedig a jelenleg ismertetlen járatban a mai ember által még érintetlen kulturamaradványok is lehetnek.

Mindezek figyelembevételével kezdtem meg a vizsgálatokat a terem felső részében. Az omladékhely megbontásához nem állt rendelkezésre megfelelő erő, ezért mögötte mintegy 9—10 méterrel alacsonyabb szinten a legbiztatóbbnak ítélt helyen munkatársammal, Margitics Jánossal az omladék bontásához láttunk. Később feleségem és fiam is részt vett a munkában, és így a harmadik napon mintegy 6 m törmelék kibontásával nyert szűk

kúszójárat végén egy nyíláson előredugott lámpám fénye már tágasabb üreget világított meg. Újult erővel folytattuk a munkát és most már rövid idő múlva sikerült átréselődnöm a nyíláson. Hátra volt még a járat kényelmesebbé és főleg biztonságosabbá tétele, de ezzel most nem törődtünk, hiszen átbújva a résen az előbb érzékeltnél lényegesen nagyobb terembe jutottunk.

És milyen terembe! Ragyogó csillogás mindenfelé, ahova csak fény esik, az erősen kristályos felületű képződmények mindenhol csillogva verik vissza lámpáink fényét. Jobbra több méter magas sztalagmitok, alig 2—3 cm vastagságtól az arasznyi átmérőig valóságos erdőt képeznek. A mennyezetről két-három méter hosszúságú szalmaceppkövek szinte átláthatatlan sokasága csüng. Szemben, a terem túlsó oldalán vastos, részben a mennyezetiig érő cseppköcsoport, lábazatánál széles, hófehér kérgeződés borítja a talajt. Innen a terem déli vége felé mintegy három méter hosszú, húsz-harminc centiméter széles csillogó kalcitkristályokkal borított kis meder húzódott, amit gyönyörű csillogása miatt mindjárt Ezüst-pataknak nevezünk el. Az összbenyomásra jellemző volt feleségem önfeladt felkiáltása, hogy ez valóságos tündérország. Margitics János ezt a terem északi végében egy eldugott helyen meg is örökölte: „Tündérország 1949. január 17.” felirattal és a jelenlévők neveinek felsorolásával. Később azonban a Meseország elnevezés mellett döntöttünk.

Munkánk tehát nem volt eredménytelen, egy akkor valóban káprázatos látnivalóval gazdagodott a Baradla, mégis némi csalódást is éreztem, hiszen kutatásunkkal a régi korok emberének nyomait reméltük feltárni, itt azonban semmiféle ilyen nyomot nem találtunk. Találtunk azonban mást, ami mégis a felszínnel való egykorú kapcsolat lehetőségét jelentette. A terem délkeleti oldalánál egy agyagdomb alján állati csontot, illetve annak teljesen elporladt maradványait találtam. Az elporladt csontok sárgás vonalai élénken viritottak a sima barna agyagon, a gerinc, a bordák és a lábak, de a koponya is, tehát az állat teljes váza tisztán kirajzolódott a sötétebb alapon. Viszonylag szilárd, de teljesen fosszilis állapotban csupán egy állkapocs darab volt, fogakkal együtt.

A leletet a Magyar Nemzeti Múzeumba vittem, ahol dr. Vértess László vizsgálta meg és megállapította, hogy az egy jégkori róka állkapcsának része.

A Vass Imre által talált emberi lábnyomok és cserépdarabok után tehát újabb adatot találtunk annak igazolására, hogy valahol az Óriások terménél is kellett egy ma még ismertetlen barlangbejáratnak lenni. Teljesen valószínűtlen ugyanis, hogy a róka az aggteleki bejáratról jutott volna el a hat kilométer távolságban lévő Óriások terméig, annak is ezen felső szakaszába. Miért is távolodott volna el

ennyire a bejáratától a barlang belsejébe, hiszen a részére szükséges táplálékot csak a felszínen szerezhette meg magának. *Dr. Jakucs László* ugyan végzett egy kísérletet 1960 januárjában annak bizonyítására, hogy a róka végigmehetett a barlangon. Ezen kísérlet bebizonyította ugyan, hogy a róka tud rájékozódni a sötétben — feltehetően a légáramlatok érzékelésével —, de ez az állat a létfenntartásához szükséges szabadságot, a kijáratot kereste, és miután megtalálta, télidő lévén visszatért ugyan többször is a melegebb barlangba, de már nem távolodott el az általa megismert be- illetve kijárat körzetétől.

Az előbb említetteket megelőzően még 1953–54 telén *dr. Jakucs László* is folytatott kutatásokat a feltételezett bejárat feltárására. Ő már a Meseországból kiindulva egy teljesen kitöltött agyagszifont ásatott ki, így jutottak a Karácsony-teremnek

elnevezett részbe. Tovább is ásatott, de az agyagkitöltés annyira zárt volt, hogy a további munkát abba kellett hagynia. Idáig is csak úgy tudtak haladni, hogy az oxigénhiány pótlására porszivóval nyomtattak levegőt a munkahelyre. Ezen munkálatok során azonban — sajnos — mind a róka csontvázának, mind a fentebb említett Ezüst-pataknak még a nyomai is eltűntek. Az esetleges bejáratot egyébként véleményem szerint magasabb szinten, illetve felfelé kell keresni, hiszen az említett elporladt róka-csontváz a barlangi talaj felszínén maradt meg, bizonyítva azt, hogy a jégkor óta itt lényeges változás nem történt. Az alacsonyabban levő, teljesen zárt agyagszifonnak tehát már a róka odakerülését megelőzően kellett kitöltődnie. Ezt egyébként *dr. Jakucs László* maga is elismeri a „Faggyúfáklyás expedíció” c. könyvében.

A feltárás idején csak futó felmérést készítettem, részletes felmérést csak 1967-ben végeztem munkatársaimmal, majd 1968-ban, a barlang jószaírói bejáratánál 261,83 méter tengerszint feletti magasságban elhelyezett szintezési falicsaptól kiindulva, a szintezést is elvégeztük. Kitént, hogy az előzetes mérések általában helyesek. A bontást az említett omladékhegy mögött 291 méter tengerszint feletti magasságban, tehát a felszíntől függőleges irányban mintegy 133 méterre kezdtük meg. Innen a feltételezett optimális távolság a felszínig kb. 320 m, D—DK-i irányban mintegy 18 fokos emelkedővel.

Maradjunk azonban a Meseországnál. A terem teljes hossza 40 m, legnagyobb szélessége 28. Az egész feltárt terület hosszadatai: bejárat szakasz 16 m, a terem hossza 40 m, a terem keleti oldalán lévő elkülönült folyosó 15 m, *dr. Jakucs* által kiásatott szakasz 56 m, amiből azonban csak a 14 m hosszú Karácsony-terem volt nyitott, a többi teljesen kitöltött rész volt. A feltárt terület teljes hossza tehát jelenleg 127 m; ha a már régebben ismert szakaszban levő megközelítő járatot is figyelembe vesszük, ez további 84 m-t jelent. Méterekben csak ennyivel gyarapodott a Baradla járatainak hossza, de mégis egy káprázatos kis mesevilággal gazdagította annak látványosságát a szemlélő előtt.

A Baradla tehát ezen a szakaszon továbbra is megőrizte régi titkát, míg valaki egyszer szerencsebb kézzel nem fog e titok feltárásához.



A Baradla Meseországának és a hozzá csatlakozó barlangszakaszoknak térképe.

ADATOK AZ ALSÓ-HEGYI FORRÁSOK ISMERETÉHEZ

Az Alsó-hegy az Aggteleki-karszt tagjaként a Bódva-, a Torna- és a Ménés-patak által jól lehatárolt háromszögben helyezkedik el, s csak keskeny nyúlvánnyal kapcsolódik a Szilicei-fennsíkhoz. Ezért — egyéb érdekességei mellett — igen alkalmas arra, hogy vízháztartási vizsgálatokat végezzünk rajta. E vízháztartási vizsgálatok egyik legfontosabb alapadatát a források vízszállítása képezi.

Az Alsó-hegy forrásainak vízhozamviszonyaira vonatkozó ismereteink eléggé hiányosak. A magyar terület 17 jelentősebb forrásáról viszonylag sok adatunk van, hála a VITUKI rendszeres méréseinek, valamint a Kinizsi, majd a Vörös Meteor barlangkutató csoport immár több mint tíz éve folyó kutatásainak. [1] [2] [3]. A források feltártságáról az 1. táblázat tájékoztat.

A forrásokra vonatkozó adataink korántsem elegendők, ahhoz azonban többé-kevésbé elégnék bizonyultak, hogy az Alsó-hegy magyar oldalán fakadó források vízhozamviszonyairól, vízjárásáról vagy legalább ezek jellegéről és átlagos vízhozamairól megközelítő képet kapjunk. [4].

Az Alsó-hegy északi lábánál, a csehszlovák oldalon fakadó források a fentieknél még jóval kevésbé ismertek. A nyolc jelentősebb forrásról mindössze néhány mérési adat áll rendelkezésre. [5] [6]. Egyedül a Kőszörü- (Keszérü)-forrásra* vonatkozóan van újabbban részletesebb észlelési idősorunk. A forrásnál épített vízhozammérő bukón 1963 áprilisától 1964 szeptemberéig — a bukó tönkremenéséig — hetenként egyszer (mindig szerdai napon) észlelték a forrás vízhozamát.**

A rendelkezésünkre álló idősor meglehetősen rövid és az észlelés gyakorisága sem elegendő, mégis értékes és érdekes következtetések levonására ad alkalmat.

A forrás vízjárásának elemzéséhez, ill. a magyar oldal forrásaival való összehasonlításhoz egyedül a Pasnyag-forrás jöhetett szóba, amelyről napi észlelési adataink vannak. Az a módszer, hogy a Pasnyag-forrás napi adatokból felrakott vízhozam-grafikonját egybevessük a Kőszörü-forrás heti egy adatból felrakott vízhozam-grafikonjával, nem látszott célravezetőnek. A Kőszörü-forrás idősorából ugyanis — a ritkább észlelés miatt — kimaradhatnak olyan vízhozamingadozások, melyeket a Pasnyag-forrás idősora tartalmaz, s ezzel az összehasonlíthatóságot megnehezíti. Hogy megközelítőleg

azonos alaphoz induljunk ki, a Pasnyag-forrás vízhozam-grafikonját is a szerdai napon mért értékekből raktuk fel és vetettük egybe a Kőszörü-forrás grafikonjával (1. ábra.) Természetesen ez sem tökéletes módszer, hiszen az azonos időben lehullott csapadéknak a két forrásban való megjelenése között lehet — eddig még nem ismert — eltérés.

A vízhozam-grafikonok első ránézésre is szembe-tűnően tükrözik a két forrás jellege közötti — eddig nem ismert — különbséget. Míg a Pasnyag-forrás — eddigi ismereteink alapján is — nagy vízhozamingadozású, hóolvadásra és nagy nyári záporokra érzékeny és nagy vízhozamokkal reagáló forrás, addig a Kőszörü-forrás ennél lényegesen kiegyenlített, kis vízhozamingadozású forrásnak tűnik. Különösen szembe-tűnő az, hogy a száraz téli és nyári időszakokban, amikor a Pasnyag-forrás vízhozama nem, vagy alig haladta meg a 10 l/p-et, a Kőszörü-forrás vízhozama 350 l/p alá egyszer sem süllyedt.

Ennél is meglepőbb az árvízi hozamok alakulása. Az 1964. március végi — április eleji nagy árhullámkor pl. a Pasnyag-forrás 6500 l/p-et adott, ugyanakkor a Kőszörü-forrás hozama 1860 l/p volt. Még ha figyelembe is vesszük, hogy ennél az árhullámnál a Pasnyag-forrás tényleges csúcsa mintegy 30%-kal (9162 l/p) nagyobb volt a szerdai napon észlelténél, akkor sem lehetett a Kőszörü-forrás maximális vízhozama 2500—3000 l/p-nél nagyobb.

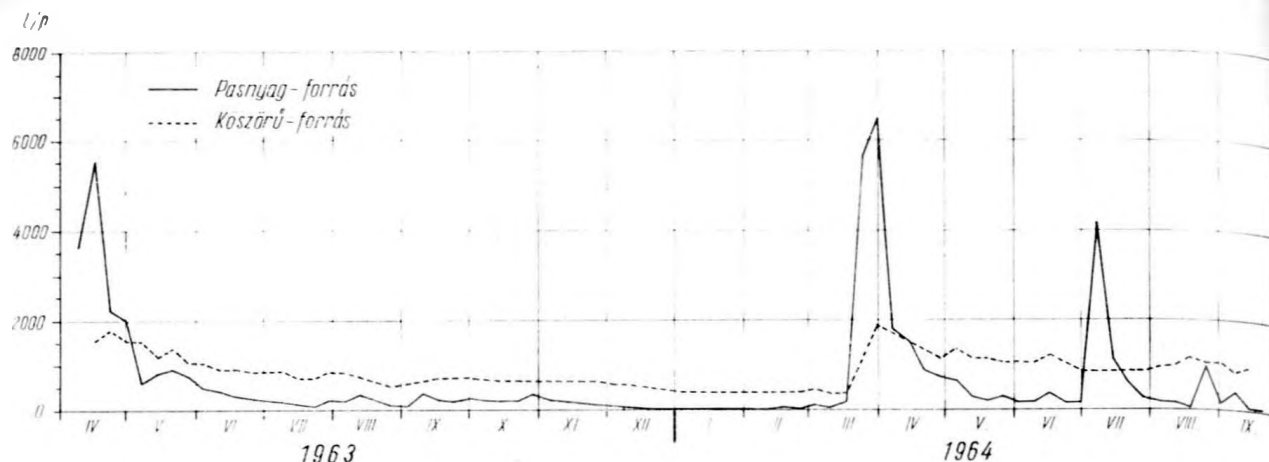
1. táblázat

AZ ALSÓ-HEGY MAGYAR OLDALÁN FAKADÓ FORRÁSOK ÉSZLELÉSÉRE VONATKOZÓ ADATOK

A forrás neve	A mérések időszaka	A mérések gyakorisága 1965-ben	A mérések száma
Pasnyag	1955—65	naponta	4015
Vecsem	1951—65	havonta	77
Kastélykerti	1951—65	negyedévenként	53
Tapolea	1954—65	havonta	77
Csörgő	1954—65	negyedévenként	51
Községi	1952—65	havonta	84
Szarvaszetői	1952—65	negyedévenként	44
Hidegkút	1953—65	negyedévenként	46
Tetyves-kút	1952—65	negyedévenként	67
Bába	1957—65	alkalmanként	7
Szénhely	1957—65	alkalmanként	8
Acskó	1957—65	alkalmanként	7
Alsó-Acskó	1957—65	alkalmanként	7
Kecskés-kút	1957—65	alkalmanként	1
Káposztáskerti	1957—65	alkalmanként	1
Mogyorós	1950—55	alkalmanként	3
Vályuskút	1953—57	alkalmanként	9

* Dr. Dénes György adatai szerint a népnyelv Kőszörü-forrást használ, a zsolnai Mérnökgeológiai Tervező Intézet (Inżyniersko Geologiczka Prieskum) nyilvántartásában viszont Keszérü-forrás néven szerepel. Mi — mivel a hazai irodalomban már többször e néven szerepelt — a Kőszörü-forrás elnevezést használjuk.

** Az észlelési adatok rendelkezésre bocsátásáért Jakab Sándornak, a zsolnai Mérnökgeológiai Tervező Intézet munkatársának e helyen is köszönetet mondok.



1. ábra. A Pasnyag- és a Kőszörű-forrás összehasonlító vízhozamvizsgálatának grafikonja.

A fentiek némileg ellentmondásban látszanak állani az eddigi néhány megfigyelési adattal. A sokáig ismeretlen Torna-völgyi forrásokról először dr. Láng Sándor [5], majd pedig dr. Dénes György [6] közölt vízhozamadatokat, melyek alapján az az elképzelés alakult ki a Kőszörű-forrásról, hogy az egy 1000–2000 l/p átlagos vízhozamú és ennek megfelelően — az Alsó-hegy magyar oldalán fakadó források nagy vízhozamigadozásával megegyezően — lényegesen nagyobb árvízi hozamú karsztforrás. Úgy tűnik, hogy az eddigi szórványos mérések véletlen folytán éppen viszonylag nagy vízhozamok idejére estek, s esetleg a terepbejárások során végezhető mérések ill. becslések hibáival is terheltek.

Meg kell jegyeznünk azonban azt is, hogy mint dr. Dénes [6] leírta, a Kőszörű-forrás tulajdonképpen egy forráscsoport, melynek legjelentősebb előtörési helyére helyezték el a mérőbukót, mely az elszórtan elhelyezkedő kisebb vízszivárgások, különösen azonban az Andródkerti-forrás néven ismert árvízi előtörés vízhozamát nem méri. Ez az átlagos és kisvízi hozamokat legfeljebb jelentéktelen mértékben, árvízi hozamát azonban esetleg jelentősebben is megemelheti.

A két görbe egyébként jól illeszkedik egymáshoz, azaz a csapadékot és hóolvadást egyformán — csak eltérő mértékben — érzik meg. Egyetlen esetben — 1964 júliusának első felében — van lényeges eltérés a két forrás grafikonja között. A jelzett időszakban a Pasnyag-forrásnak jelentős (4000 l/p feletti) árhulláma alakult ki, amelynek teljes levonulása mintegy 3 hétig tartott. Ebből a Kőszörű-forrás görbéjén semmit sem venni észre. Hacsak nem néhány mérés elmaradásáról van szó, nehezen találhatnánk a jelenségre megfelelő magyarázatot.

A két forrás eltérő jellegének okát felszíni vízgyűjtőterületük és felszín alatti vízvezető hálózataik különbségében kell keresnünk. Jelenlegi ismereteink szerint az alsóhegyi források felszíni és felszín alatti vízgyűjtőterületét még csak igen nagy vonásokban ismerjük. Így nem tudjuk pontosan körülhatárolni két tárgyalt forrásunk vízgyűjtőterületét sem, bár közelítő kísérletek erre vonatkozóan is folytak már. [7] [8].

Az Alsó-hegy fennsíkján nem ismerünk olyan víznyelőket, melyek a két forrás bármelyikével is összefüggésben lennének. Valószínű azonban, hogy — mint azt már egy korábbi dolgozatunkban [7] kifejtettük — a fennsík nagyszámú töbreinek jelentős része, legalábbis a hirtelen hóolvadások után, gyakorlatilag víznyelőként működik, melyeken keresztül tágas barlangjáratok vezetnek le rövid idő alatt a nagy mennyiségű olvadákvizet. Ezt bizonyítják a Pasnyag-forrás hirtelen bekövetkező tavaszi árvizei.

A Kőszörű-forrás esetében ez nem áll. Valószínűleg felszíni vízgyűjtőterületén elhelyezkedő töbrei nem működnek olyan intenzív víznyelőként, mint a Pasnyag-forrás esetében, és a hozzájuk csatlakozó szűk hasadékhálózat a beszivárgó csapadékvizet csak lassan, kiegyenlítően vezeti le.

Ha a fentiekből nem is lehet és szabad végleges és messzemenő következtetéseket levonnunk, az eredmények sürgetően szükségessé teszik a további mérések és vizsgálatok elvégzését. A VITUKI és a zsolnai Mérnökgeológiai Tervező Intézet az Alsó-hegy mindkét oldalán megkezdte a források részletes vizsgálatát. Magyar oldalon a Tapolca-, a Kastélykerti-, a Pasnyag- és a Vecsem-forrásnál épült új mérőbukó, a csehszlovák oldalon is valamennyi jelentősebb forrás mérésére építettek műtárgyat. Az ezek által szolgáltatott adatok mind az alsó-hegyi források vízjárásának, mind pedig az Alsó-hegy vízháztartásának megismerését előbbre viszik.

IRODALOM

1. DR. KESSLER HUBERT: Országos forrásnyilvántartás. VITUKI Tanulmányok és Kutatási Eredmények 7. 1959.
2. BALÁZS DÉNES: Összefoglaló beszámoló a Kinizsi barlangkutató csoportjának 1957. augusztusi vecseimbükki barlangkutató expedíciójáról. Sokszorosított kézirat. 1957.
3. DR. DÉNES GYÖRGY: Az Alsóhegy karsztjának hidrográfiai viszonyairól. — *Karszt- és Barlangkutatói Tájékoztató* 1963. 9.
4. HAZSLINSZKY TAMÁS: Adatok az Alsóhegy vízháztartási viszonyaihoz. — (Sajtó alatt.)
5. DR. LÁNG SÁNDOR: Karsztforrásokra vonatkozó mérések eredményei 1940–42-ből. — *Hidrologiai Közöny.* 1942.
6. DR. DÉNES GYÖRGY: Az Alsóhegy Torna-völgyi forrásai. *Karszt és Barlang.* 1965. I.
7. HAZSLINSZKY TAMÁS: Az észak-borsodi Alsóhegy karsztjának néhány hidrográfiai kérdése. — *Hidrologiai Közöny.* 1965/66.
8. DR. DÉNES GYÖRGY: Karsztföldtani kutatások az Alsóhegyen — Kézirat. MTESZ Karszt- és Barlangkutató Bizottsága. 1968. okt. 22-i előadó ülésén elhangzott előadás.

Angaben zu den Quellen des Alsó-hegy

Der Alsó-hegy ist ein selbständiger, inselartiger Karstblock des nordungarischen Karstgebietes. Der Verfasser führte jahrelang karsthydrologische Beobachtungen auf diesem Gebiet durch. Auf der beigelegten Abbildung werden die Angaben der Wasserergiebigkeit der Kőszörű-Quelle (nördliche, tschechoslowakische Seite des Karstblockes) und der Pasnyag-Quelle (südliche, ungarische Seite) verglichen. Aus dem Grafikon ist es klar abzulesen, dass die Wasserergiebigkeit der grossen südlichen Spaltquelle viel empfindlicher auf das Tauwetter im Frühling und auf die Regenschauer im Sommer reagiert, als die grösste nördliche Quelle.

Данные об источниках в районе Алышохель

Алышохель представляет собой обособленный карстовый блок Северо-Венгерского Карста, где автор в течение несколько лет проводил наблюдения по гидрологии карстов. На прилагаемом рисунке автор сравнивает данные по источнику „Кёсёрю“, который вытекает на север-

ной стороне карстового блока, уже на территории Чехословакии с данными по дебиту воды источника Пашняг на венгерской территории. Из графика можно хорошо констатировать, что дебит воды карстового источника на южной стороне в период весеннего таяния снега и летних плюсков больше колеблется, чем дебит воды наибольшего источника на северной стороне.

Indikoj al la kono pri la fontoj en Alsó-hegy

La monto „Alsó-hegy“ estas insulforme elstaranta karsta bloko de la Nordhungara Karstregiono, kie la aŭtoro faris dum kelkaj jaroj karsthidrologiajn observojn. En la diagramo li komparas la akvodebiton de la fonto „Kőszörű“ kun tiu de la fonto „Pasnyag“ (Kőszörű situas en la Ĉeĥoslovakio, ĉe la norda rando de la bloko; Pasnyag fontas en hungario, ĉe la suda rando de la bloko). La diagramo montras klare, ke la debiton de la granda suda fonto pli multe influas la degelo de la neĝo kaj la someraj pluvegoj, ol la plej grandan fonton el la norda parto.

KIMUTATTÁK A LÓFEJ- ÉS NAGYTOHONYA-FORRÁS ÖSSZEFÜGGÉSÉT

Már a múlt században is ismeretes volt, hogy a jösvafői Lófej-forrásnak időszakos vízhozam-kitörései vannak. A szintén jösvafői Nagytohonya-forrás (régiben Malom- vagy Névtelen-forrás) időszakos áradásairól azonban csak a jösvafőiek tudtak; sokáig nem volt közismert, mivel kevésbé volt feltűnő jelenség, mint a Lófej-forrás áradásai. Ennek oka az, hogy a Lófej-forrásnak a kitörések közötti alapvízhozama abszolút értékben lényegesen kisebb, mint a Nagytohonya-forrásé. Az ötvenes évek elején dr. Kessler Hubert mutatta ki először rendszeres mérések alapján, hogy a Nagytohonya-forrásnak is vannak csapadéktól független időszakos áradásai. Mielőtt megindult volna a források folyamatos vízhozamregisztrálása, a jösvafői kutatóállomás munkatársai feltételezték, hogy a Nagytohonya- és a Lófej-forrás föld alatti összeköttetésben áll egymással, tekintettel arra, hogy a Lófej-forrás vize kifolyás után 300 m-en belül elnyelődik a völgyfenéken. Az volt a kezdeti feltevés, hogy a Nagytohonya-forrásnak nincs önálló szivornyája, hanem a Lófej-forrás kitörései szuperponálódnak a Nagytohonya-forrás mindenkori vízhozamára. Igen valószínűtlennek látszott ugyanis, hogy egymás mellett két szivornya karsztforrás létezzon.

Miután 1964–65-től kezdődően megindult a források rendszeres műszeres vízhozamvizsgálata, hamarosan világossá vált, hogy a Nagytohonya-forrásnak is saját külön szivornya-rendszere van, mivel mind a kitörések által szállított vízmennyiség, mind a kitörések üteme lényegesen eltérőnek mutatkozott. A két forrás közötti összefüggés kérdése azonban ennek ellenére újból szükségszerűen felmerült. Időközben ugyanis a mérési görbék elemzése alapján kitűnt, hogy a Nagytohonya-forrás szivornyája mellékági szivornya. Felmerült annak a lehetősége, hogy a Lófej-forrás eltűnő vízfolyása

esetleg éppen azt a mellékágat táplálja, melyben a Nagytohonya-forrás szivornyája működik.

Ezt a lehetőséget alátámasztani látszott pl. az a tény, hogy 1965. évben a Lófej-forrás egész évi vízhozam-összege és a Nagytohonya-forrás 1965. évi kitöréseiben szállított vízmennyiség összege egyaránt 0,5 millió m³ volt. A földtani szerkezet is indokolta a két forrás összefüggésének lehetőségét. Emiatt mindenekelőtt megvizsgálták az állomás munkatársai, hogy a Nagytohonya-forrás kitörései közötti időtartamok és a Lófej-forrás megfelelő időszakára eső átlagos vízhozamai között van-e matematikai összefüggés (a Nagytohonya-forrás szivornyájának térfogatát már ismerték).

Ez a vizsgálat azt mutatta, hogy kb. az esetek 10 %-ában található csak szorosabb kapcsolat, egyébként nem mutatható ki összefüggés. E vizsgálat negatív eredménye még nem zárta ki olyan kapcsolatot lehetőségét, amely esetben a Lófej-forrás vize egy másik mellékágon keresztül jutna el a Nagytohonya-forráshoz.

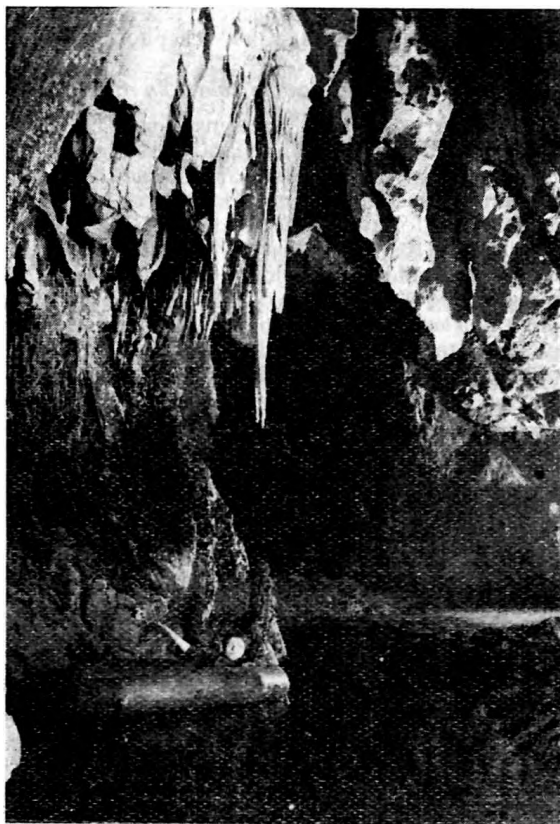
E lehetőség kísérleti vizsgálata céljából 1967. május 23-án du. 17 órától 18 óráig 3 q konyhasót oldottak be a Lófej-patak vizébe a forrástól kb. 200 m távolsághoz a patak eltűnése előtt. A sózás időpontjában a Lófej-forrás vízhozama 400 l/p, a Nagytohonya-forrás vízhozama pedig 6000 l/p volt. A két forrás 4 km-es légvonalbeli távolsága alapján leghamarabb a harmadik napra várták a Nagytohonya-forráshoz a sóoldat megérkezését. Ezzel szemben a sózott víz 19 nap múlva jelentkezett a Nagytohonya-forrásnál június 11-én, és a „sóhullám” 12 napig vonult le. E kísérletnél a kutatók első ízben használtak fel gyors fotométeres Cl-ion meghatározási módszert, amely 10 percenként 5 pH-uzamos elemzést tett lehetővé.

Maucha L.

KÖNYVISMERTETÉS

Defileul Crisului Repede

Meridian Kiadó, Bukarest, 1966



Részlet a Révi-barlangból.

Corneliu Plesă, a kolozsvári Szpeológiai Intézet hazánkban is jól ismert munkatársa a szerzője annak a kis turistakalauznak, amely végigvezet bennünket a Sebes-Körös révi szorosán és annak környékén.

A 35 oldalas füzetben a szerző először ismerteti a területet általában, majd annak geológiai, földrajzi felépítését, növény- és állatvilágát, történelmi vonatkozásait. A turista létesítmények leírása után a legszébb útvonalakat kiválasztva vezeti végig az olvasót a Révi-szoros és környékének természeti szépségei között.

A Sebes-Körös szorosa és annak környéke karsztjelenségekben, barlangokban igen gazdag. Legrégbben ismert barlangja az 1 km hosszú, az idegenforgalom számára is kiépített *Révi-barlang*, melynek térképét is közli.

A másik igen érdekes barlang — mely egyben a környéken a legnagyobb — az 1957-ben felfedezett *Szelek-barlangja*. A több szintű, 6 km hosszú bonyolult barlangrendszert szép cseppkőképződmények díszítik. (Azóta — az újabb kutatások nyomán a barlang hossza több mint 13 km-re növekedett s ezzel Románia leghosszabb barlangjává lépett elő. Szerk.)

E két nagy barlangon kívül — a túraleírások során — még további 13 kisebb-nagyobb barlangot, valamint számos egyéb karsztjelenséget ismertet.

A füzet végén az alpinisták számára ír le a Révi-szoros sziklaóriásain hat sziklamászó útvonalat.

A kalauzt a Révi-szoros és környékének jó térképvázlata és illusztrációként számos grafika egészíti ki. Kár azonban, hogy — ha már ilyen szép papírra nyomták — nem közöltek legalább néhány szép fényképfelvételt is.

Hazslinszky Tamás



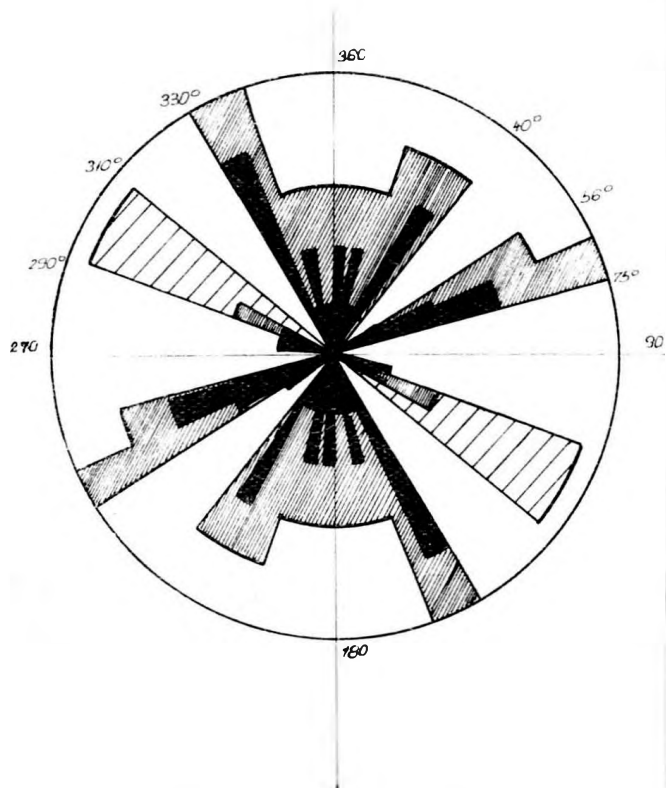
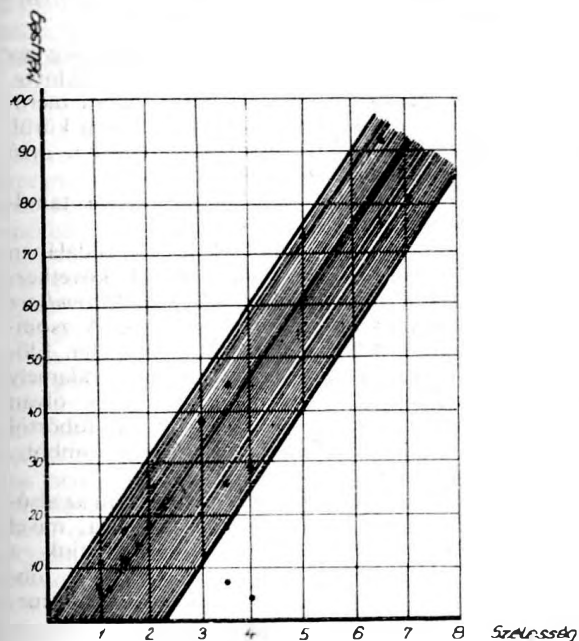
Turistaház a Révi-barlang bejárata mellett. (Hazslinszky T. felvételei)

AZ ALSÓ-HEGYI ZSOMBOLYOK TEKTONIKÁJÁNAK STATISZTIKAI VIZSGÁLATA

A Karszt- és Barlangkutató Tájékoztató 1964. évi 5—6. számának 95. és 96. oldalán cikkem zárószaként felsoroltam azokat a statisztikai jellegű vizsgálatokat, amelyeket szükségesnek láttam elvégezni bizonyos problémák tisztázása céljából. Az azóta eltelt idő alatt sikerült beszerezni a megfelelő adatsort, melynek birtokában a statisztikai vizsgálat elvégezhetővé vált, s most módomban áll az eredményeket közölni. Teljes adatsor áll rendelkezésre az Alsó-hegy magyar oldaláról, de felhasználtam a csehszlovák oldal adatait is.

Az 1. ábrán látható diagram a zsombolyok belső méreteinek, éspedig mélységüknek és legnagyobb hasadék-hosszuknak összefüggéseit tünteti fel. Bár a szórás meglehetősen nagy, világosan látható a pontok elhelyezkedésének irányítotttsága, mely az $x = (10 \sim 15) y$ egyenlettel fejezhető ki. Érdekes megvizsgálni a szóródás jellegét is. A pontok nagyobb része jó megközelítéssel $x = 15 y$ egyenes mentén helyezkedik el. Öt pont van, amely megbontja a szabályos rendszert, közülük kettő igen erősen kiesik. Ezek csekélyebb mélységű zsombolyok, amelyeknek nagyméretű bejáratuk van, feltöltődésük igen gyorsütemű, méreteik egyensúlya felborult. A szabályszerűséget tehát 17 zsomboly esetében

1. ábra. Az alsó-hegyi zsombolyok mélységének és a hasadék legnagyobb szélességének összefüggése.



2. ábra. A zsombolyok hasadékirányainak kördiagramja.

mutathatjuk ki, 3 esetben ez kevésbé nyilvánvaló, a teljes szabálytalanság mindössze két esetben áll fenn, vagyis kellő valószínűséggel vonhatjuk le a következtetéseket.

Az alsó-hegyi zsombolyok fejlődése során kötött arány áll fenn a függőleges és vízszintes méretek között, vagyis a zsombolyt magában foglaló hasadék fejlődése vízszintes és függőleges irányban más-más. Az arány kb. 1 : 15, tehát a hasadék mélységben tizenötszörösen gyorsabban fejlődik, mint hosszúságban. A víz természetes mozgási iránya ezt a feltevést szintén alátámasztani látszik.

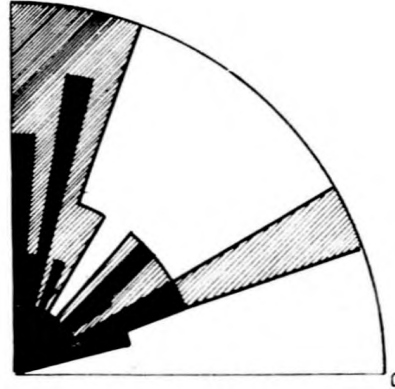
A 2. ábrán kördiagramban tüntettem fel a zsombolyok hasadékirányainak 5 fokoskénti (befektítve) és 10 fokoskénti gyakoriságát. Meglepő, hogy az eddig egymással semminemű összefüggést nem mutató zsombolyok itt egy — habár nagy szórású — azonossággal rendelkeznek, irányaiuk 330° és 75° közé esnek, 3 kivétellel. Meg kell je-

gyeznem, hogy a zombolyok számánál lényegesen több hasadékiránnyal dolgozhatunk, tekintve, hogy nem egy zombolynál több fő és mellékirány is felismerhető. A fent említett kivételek mellékirányok, tehát nem a zomboly főhasadékát jelentik, hanem a benne előforduló más hasadék-irányok köze tartoznak.

Dr. Dénes Gy. az általa összeállított részletes geomorfológiai térképen kimutatta, hogy az Alsó-hegy fennsíkján ÉNy-DK irányú, kb. 290° és 310° közötti nagy uvalasorok húzódnak. Ha az uvalasorok irányát is felrakjuk az ábrába, ezek és a hasadékirányok által súrolt zóna nem esik egybe. A zombolyok hasadékiránya általában nem egyezik az uvalasor irányával, hanem azzal minimálisan $30-40^\circ$ -ot zár be, de az esetek többségében 90° -hoz közelálló értéket ad.

A 3. ábra szintén kördiagramon ábrázolja a zombolyok és a töbrök viszonyát. Igen fontos ugyanis ennek a kapcsolatnak a kiderítése, tekintve, hogy csekély kivétellel minden zomboly valamely töbrő oldalában helyezkedik el. A diagram a zombolyok hasadékirányának és a töbrő rajta keresztül húzott sugarának egymással bezárt szögét ábrázolja 5 és 10° -os gyakorisággal. Látható, hogy az értékek

90



3. ábra. A zombolyok hasadékirányának és a töbrőhöz tartozó sugarának egymással bezárt szöge.

legjobban 90° köré sűrűsödnek, de ennél fontosabb, hogy 0° -tól 20° -ig egyáltalán nincs semmiféle érték, vagyis nincs olyan zomboly, melynek hasadéka a töbrőt keresztül metszené; a hasadékok a töbrőre durván érintőlegesen. A kisebb szögértékek olyan helyeken adódnak, ahol a zomboly nagy töbrőben, de annak középpontjától távol helyezkedik el, így nagyobb a lehetőség arra, hogy a zomboly ne az érintési pontban alakuljon ki. Ismerünk néhány esetet, mikor egyazon töbrőben több zomboly található, de ez esetekben is minden hasadék-irány követi a töbrő görbületét.

Nyilvánvaló tehát, hogy ezek a hasadékok valamilyen módon a töbrők tartozékai, a töbrőkkel együtt keletkeztek, ismeretük alkalmasint segíthet a töbrőkeletkezés néhány problémájának megfigyélésében is.

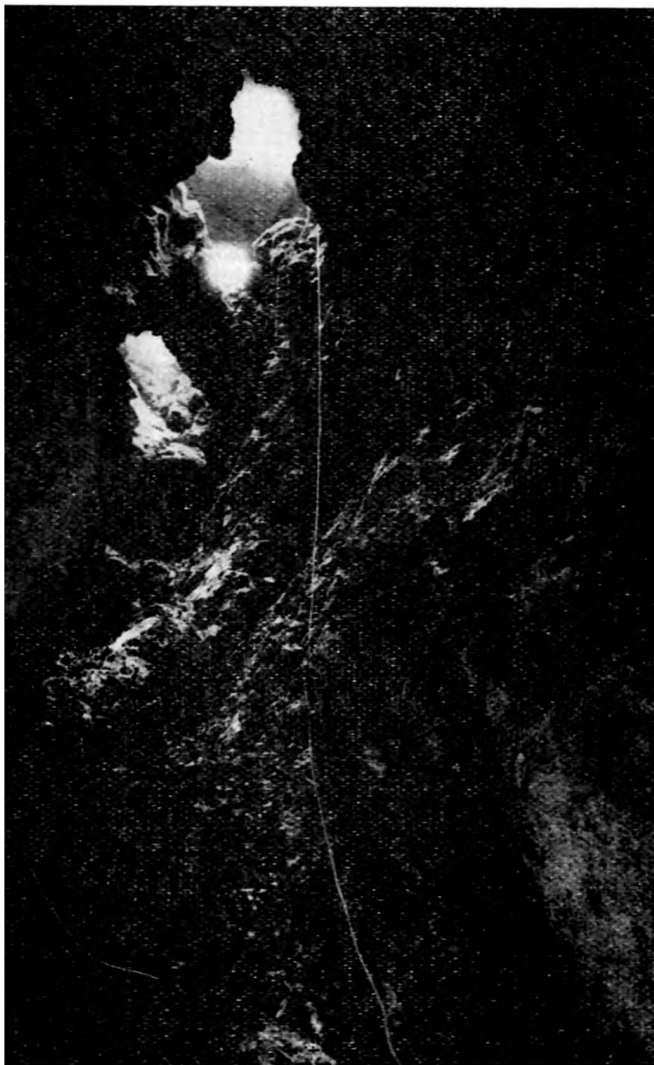
Visszaugorva a 2. ábrára, annak alapján még egy magasabb fokú összefüggés mutatható ki. Tekintve, hogy a hasadékok az uvalasorokra jobbra merőlegesen, így a töbrőket nem ölelhetik teljesen körül, hanem az uvalasorokra merőleges tengelyű orsó gyanánt fogják körül azokat.

A cikkemben leírt statisztikai vizsgálatok tanulságaképpen a következőket összegezem.

Az a tény, hogy a zombolyok töbrők oldalában fekszenek, nem véletlen, hanem annak következménye, hogy a töbrőkhöz tartozó hasadérendszer kedvezően preformálta az üregképződést. A zombolyok jelenléte tehát a hasadékokot indikálja. Előfordulásuk nem a töbrőkhöz, hanem valamely függőleges hasadékhöz van kötve; kevés olyan esetet ismerünk, mikor a zomboly a töbrőtől független hasadékhöz keletkezett (Óriás-zomboly, Rejteke-zomboly).

A fentiekből következik, hogy nem öncélú az alsó-hegyi zombolyok keletkezésének kutatása, mivel segítségével igen kedvezően befolyásolhatjuk a nála sokkal jelentősebb képződményekről, a töbrőkről, az uvalákról és az uvalasorokról való ismereteink bővítését.

A Kettős-zomboly (Csehszlovákia) 27 méteres hejráti kiirtója. (Kósa A. felv.)



IRODALOM

1. *BAJOMI D.*: Recherche ecologique-faunistiques dans des gouffres de la Hongrie. Karszt- és Barlangkutatás. 1968. p.: 117.
2. *Dr. DÉNESGY.*: Beszámoló a Bp. Vörös Meteor Barlangkutató csoport 1959. évi munkájáról. MKBT Tájékoztató, 1960. jan.—febr.
3. *KÓSA A.*: A zombolyképződés kérdéseiről. MKBT Tájékoztató, 1964. 5—6.
4. — A Kettős zomboly. Karszt és Barlang. 1965. I. p. 17.
5. — Adalékok az alsóhegyi zombolyok megismeréséhez. Karszt és Barlang 1965. II. p. 62.

Statistische Untersuchung der Tektonik von den Karstschächte des Alsó-hegy

Der Verfasser untersucht seit Jahren die Karstschächte des Alsó-hegy im östlichen Karstblock des nordungarischen Karstgebietes. Die statistische Bearbeitung von Angaben über die tektonischen Richtungen und die Grössen der Karstschächte führte zu zahlreichen wichtigen Schlussfolgerungen bezüglich der Genese von dortigen Karstschächten.

Abbildung Nr. 1. zeigt die Zusammenhänge zwischen vertikalen und horizontalen maximalen Dimensionen von Karstschächten. Auf Grund der Untersuchung ist für diese Zusammenhänge ein Verhältnis von 1:15 charakteristisch. Abbildung Nr. 2. zeigt die Häufigkeit von Spaltrichtungen der Karstschächten weiterhin das Richtungsintervall von den Uvalareihen der Hochebene. Die zwei Intervallen fallen nicht zusammen. Der Zusammenhang zeigt also, dass die zwei Formationen, infolge ihres Charakters, nicht gleichgerichtet werden können. Abbildung Nr. 3. stellt den Winkel dar, den die Spaltrichtung der Karstschächte und der durch sie gezogene Karstlochradius bilden. Schlussfolgerung: Die Karstlöcher sind von Spalten umgeben, laut Abbildung Nr. 2. wahrscheinlich in Spindelform, derer Achse senkrecht auf die Längsrichtung der Uvalareihe steht. Die Karstschächte deuten diese Spalten an; die Nähe des Karstloches ist jedoch keine Vorbedingung ihres Entstehens, stellt aber jedenfalls eine günstige Bedingung dar.

Статистические исследования тектоники карстовых шахт горы „Алшохедь“

Автор уже в течение нескольких лет изучает карстовых шахт горы Алшохедь, которая является восточной карстовой толщей Северо-венгерской карстовой области. Статистическая переработка по тектоническому направлению, по размерам и генетике этих карстовых шахт было сделано множество весьма интересных выводов.

На рис. 1. изображена зависимость между вертикальными и горизонтальными максимальными размерами карстовых шахт согласно испытаниям их зависимость составляет 1 : 15. На рис. 2. изображена частота направления трещин и интервал направления рядов увал на плоскогорье. Два интервала не совпадают, следовательно эти два образования, по своему характеру, не могут иметь одинаковое направление. На третьем рисунке изображен закрытый угол направления трещин карстовых шахт и закрывающий их радиус карстовых воронок. Следовательно: воронки окружены трещинами, на основании

рис. 2. по всей вероятности в виде катушек, ось которых вертикальна по направлению длины ряда увал. Карстовые шахты означают эти трещины, но предпосылкой их образования не является близость воронок, однако эта близость является выгодным условием.

Statistika studado pri la tektoniko de la abismoj ĉe Alsó-hegy

La aŭtoro dum kelkaj jaroj studis la abismojn de la monto „Alsó-hegy”, kiu estas la plej okcidenta parto de la Nordhungara Karstregiono. El la statistika studado pri la tektonikaj direktoj kaj ampleksoj de la abismoj li konkludas interesige pri la genezo de tiuj ĉi abismoj.

La 1-a diagramo montras la rilaton inter la vertikalaj kaj horizontalaj ampleksoj de la abismoj. La mezvaloro estas 1 : 15. La 2-a diagramo montras la oftecon de la breĉdirekto ĉe la abismoj, kaj la direkto-intervalon de la uvala-vicoj en la altebenaĵo. La du intervaloj ne kongruas, konsekvence la du formacioj laŭ sia karaktero ne povas havi la saman direkton.

La 3-a diagramo montras la angulo inter la breĉdirekto de la abismoj kaj la diametro de la dolineto, kiu trairas la abismon. Konkludo: la dolineton ĉirkaŭas breĉoj (laŭ la 2-a diagramo verŝajne en formo de ŝpinilo, kiu havas akson perpendiklan al la direkto de la uvala-vico). La abismoj montras tiu ĉi breĉojn. La proksimeco de la dolineto ne estas kondiĉo, nur favora cirkonstanco por la estiĝo de la abismoj.

BULGÁRIA LEGHOSSZABB ÉS LEGMÉLYEBB BARLANGJAI

A leghosszabbak

1. Vodnaja- (Vizes-) barlang, Szófia mellett (triász dolomitban!) több mint	3.000 m
2. Ponora-barlang, Vraca (kréta mészkőben)	3.150 m
3. Temnata Dupka, Szófia (triász dolomitban)	3.100 m
4. Parnicite, Lovecs (kréta mészkőben)	2.950 m
5. Magura, Vidin (kréta mészkőben)	2.500 m
6. Devetasszkaja, Lovecs (kréta mészkőben)	1.800 m

A legmélyebbek

	Mélység	Hosszúság
1. Jama I. Vidin (kréta mészkőben)	307 m	920 m
2. Lednika, Szliven (kréta mészkőben)	242 m	1111 m
3. Druzsba, Plovdiv (proterozóji márvány)	211 m	—
4. Uzsasz, Szliven (kréta mészkő)	158 m	420 m
5. Goljama chumba, Szliven (kréta mészkő)	156 m	—
6. Lednicata, Szmoljan (proterozóji márvány)	146 m	1400 m

ÚJABB KISÉRLETI ADATOK A KALCIT-ARAGONIT KÉRDÉS MEGOLDÁSÁHOZ

(Irodalmi ismertetés)

Az utóbbi időben *Bischoff, J. L.* és *Fyfe, W. S.* kísérleti vizsgálatai sok új adatot szolgáltatnak a CaCO_3 különböző polimorf módosulatainak genetikájához. Az *Amer. J. Sci.* egy újabb számában ezekről az eredményekről közöltek figyelemre méltó, két részből álló tanulmányt. A vizsgálatok alapkérdése az volt, hogyan alakul át az üledékekben metastabilisan keletkezett aragonit a diagenezis során kalcitá.

Az előzetes termodinamikai számítások azt mutatták, hogy az egyik módosulatnak a másikhoz képest uralkodó elterjedése nem annyira stabilitási, mint inkább kinetikai okokra vezethető vissza. Ezért döntő szerepük van az átalakulás sebességét meghatározó tényezőknek, amelyek közül a szerzők az oldatban jelenlevő többi kémiai alkotórész hatását vizsgálták.

Az első részben azokról a kísérletekről számolnak be, amelyek során beforrasztott üvegcsőben mesterségesen előállított aragonit átalakulását kísérték figyelemmel. Az aragonit különböző vegyületek hig oldatával érintkezett. Az oldat az aragonitra nézve telített volt. A keletkezett kalcit mennyiségét röntgen-diffraktométerrel határozták meg.

Kalcit kristálycsírák kizárólag csak az aragonit felszínén keletkeztek, sem az oldatban, sem az üveg falán nem lehetett megfigyelni őket. Kialakulásukat valószínűleg pontszerű vagy vonalas rácshibák segítették elő. A mérésekből arra lehetett következtetni, hogy a kalcittartalom növekedése az idő négyzetével arányos.

Az átalakulást bizonyos ionok katalizálják, mások akadályozzák. Erős pozitív ionok (Na^+ , K^+), nagy Ca koncentráció, sok bikarbonát ion (vagyis kis pH) gyorsítják a reakciót. Mg^{++} és kisebb mértékben az SO_4^{--} lassítják. Sr és Ba megfelelő karbonátjaik kiválásához szükségesnél kisebb mennyiségben nem voltak semmilyen hatással a reakció lefolyására.

Az összes komponens közül legjelentősebb a Mg hatása, bár ennek mechanizmusa még nem teljesen világos. A legvalószínűbbnek az látszik, hogy a növekvő kalcit kristálycsíra felszínén adszorbeálódó magnéziumnak — a kalciuménál nagyobb hidrátburka lévén — nagyobb energiára van szüksége a dehidráldódáshoz, mint a kalcium-ionnak, és ezért a kristály növekedését nagyon lelassítja. A tenger-vízben, amely gyakorlatilag kimeríthetetlen mennyi-

ségben tartalmaz magnéziumot, az aragonit igen hosszú ideig fenn tud maradni. Ha viszont az oldatnak nincs Mg -utánpótlása, (pl. diagenezis során) — egyes feltevések szerint — először magneziokalcit keletkezik, és csak ha ez egy bizonyos kritikus érték alá csökkentette a Mg koncentrációját, indulhat meg a magneziokalcitból a normális kalcit kristályosodása. Ez a magyarázata annak, hogy a tengerből kiemelkedett karbonátközetekben olyan ritkán található aragonit.

Bischoff, J. L. a dolgozat második részében az aragonit vateritből való kialakulását vizsgálja. Az új fázis itt is az előző kristályainak felszínén jelenik meg, a kalcittal ellentétben azonban itt a folyamatot legerősebben a szulfáttartalom akadályozza, a magnézium hatása sokkal gyengébb. Érdekes megfigyelés, hogy a tengervízben való átalakulást legerősebben az eddig még pontosan meg nem határozott nyomlemek, esetleg a szerves anyagok akadályozzák, míg a leggyakoribb ionok (Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{--}) hatása sokkal kisebb. Az aragonit keletkezését legerősebben a stroncium segíti elő, abban az esetben, ha az oldat koncentrációja már elég nagy a stroncianit kiválásához. Ekkor a Sr katalitikus szerepe valószínűleg a gócképzésben van.

A kísérleteket a szerzők 108, ill. 94°-on végezték, hogy laboratóriumi körülmények között néhány napon belül észrevehető változásokat kapjanak. Kisebb hőmérsékleten a reakciók lényegesen lassabban, nagyobb hőmérsékleten lényegesen gyorsabban mehetnek végbe. Ennek ellenére az egyes ionok hatásának jellege valószínűleg állandó marad, és ezért a kapott eredmények nemcsak a tengeri és a diagenetikus jelenségek, hanem a barlangi ásványképződés különböző szakaszainak magyarázata szempontjából is érdekesek lehetnek.

Ismertette: *Viczián István*

IRODALOM

- BISCHOFF, J. L., FYFE, W. S. 1968:* Catalysis, inhibition, and the calcite-aragonite problem. I. The aragonite-calcite transformation. *Amer. J. Sci.* 266. 2. 69—79.
- BISCHOFF, J. L. 1968:* Catalysis, inhibition, and the calcite-aragonite problem. II. The vaterite-aragonite transformation. *Amer. J. Sci.* 266. 2. 80—90.

(Megjegyzés: A folyóirat megtalálható a M. Áll. Földtani Intézet könyvtárában.)

Külföldi hírek, *Lapszemle*

INNEN—ONNAN

A Szovjetunióban a Mongóliával határos Tuvai Autonóm Sz.Sz.K. területén egy barlangban az archeológusok három, a VIII. századból származó írástekerceset találtak. A tekercseken egy régi török eposz, a *Kutaku-Bilik* szövegét fedezték fel.

(*Die Höhle*, 1967/3.)

Ausztriában a salzkammerguti sóbányában a gyakori sósztalaktitokon kívül egy tanulmányi bejárás során sóból képződött valódi excentrikus képződményt fedeztek fel egy védett, félreeső folyosóvégben. A megtaláló és a leletet jelenleg is birtokában tartó *Bernhard Krauthausen* (Bécs) szerint ennek a képződménynek a kifejlődése is alátámasztja *Cser Ferencnek* és *Maucha Lászlónak* a barlangi excentrikus formák (un. heliktitek) genetikájára vonatkozó elméletét.

(*Die Höhle*, 1967/3.)

Franciaországban 1933–1967 között összesen 38 halálos kimenetelű barlangi szerencsétlenség történt, ami más „sportágakhoz” viszonyítva nem jelentős szám. A 38 áldozat közül 20 könnyűbúvár (békáember). A cikkíró (T. Matteudi) megállapítása szerint a hegymászás sokkal nagyobb veszélyt jelent és több áldozatot követel, mint a barlangok bejárása.

(*Touring Plain Air*, No 227.15. VII–15. VIII.1967.)

Ausztriában külön törvény (az 1928. jún. 26-i 169. sz. szövetségi törvény) foglalkozik a barlangok

védelmével. Ezen törvény alapján 1966-ban a védelem alá vont természetes barlangok és más karsztobjektumok száma már meghaladta a százat. Néhány barlang létét veszélyeztetik az épülő új völgyzárógátak. (Dr. Hubert Trimmel, Wien)

(*Die Höhle*, 1967/1. 24–28.o.)

Az osztrák Mező- és Erdőgazdasági Szövetségi Minisztérium, amelynek hatáskörébe tartoznak az ausztriai barlangok, 1967-ben is pályázatot hirdetett az állami barlangvezetői vizsga letételére. A pályázóknak a 15 schillinggel felbélyegzett kérelemhez mellékelniök kellett egy orvosi bizonyítványt arról, hogy a barlangjárásra fizikailag alkalmasak, továbbá iskolai bizonyítványt, állampolgárságot igazoló okmányt, rendőrségi igazolást, ezen kívül egy olyan dokumentumot, amelyben valamely érdekelt szerv igazolja, hogy a jelentkező legalább két év óta a „gyakorlati barlangtudományt” aktívan műveli. A jelentkezőt csak akkor bocsátják vizsgára, ha az előírt okmányokat mind rendben találják.

Az állami barlangvezetői vizsga letételének megkönnyítése érdekében a vizsga előtt öt napos bentlakásos tanfolyamokat rendeznek az obertrauni szövetségi sportotthonban maximum 20 fő részére. A jelentkezőknek 50 schilling tanfolyamilletéket és az ellátásra 250 schillinget kell befizetniök. A tanfolyam előtt kívánatos a „Speleológiai szakszótár” c. könyv áttanulmányozása.

(*Die Höhle*, 1967/1. 29–30.o.)

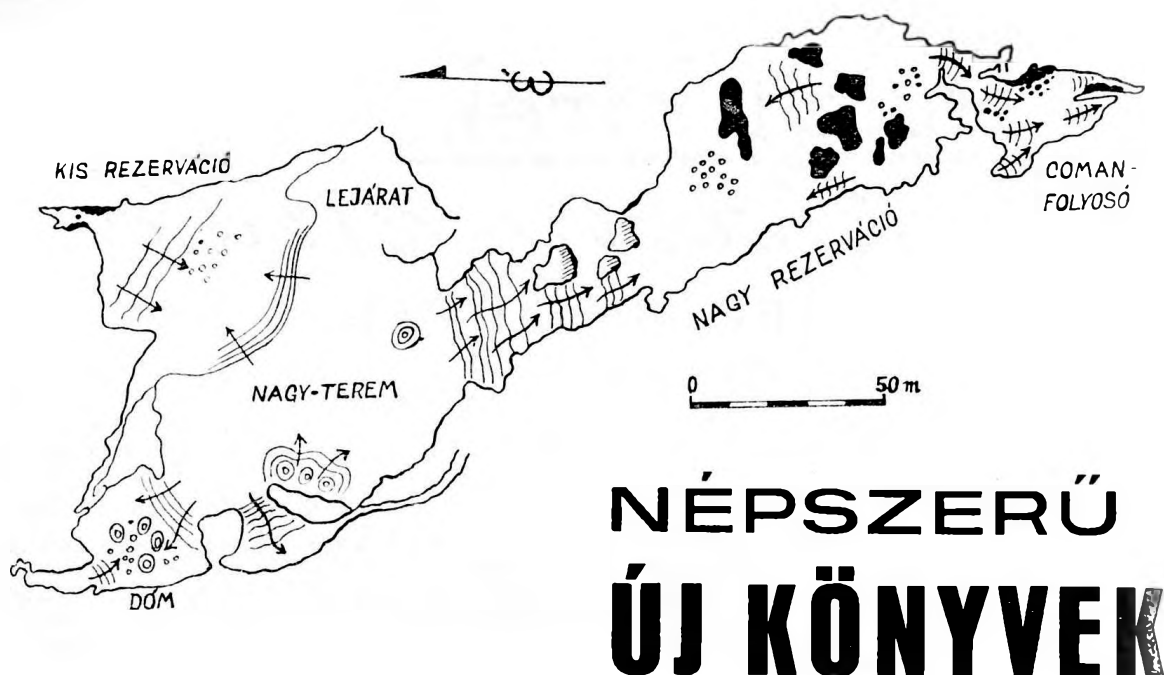
SLOVENSKY KRAS (Szlovák Karszt), 1965-66. VI. kötet

A kötet elején a szerkesztőség köszöntő szavait olvashatjuk a hatvanadik születésnapját ünneplő *Vojtech Benický*-hez, aki eddigi életének négy évtizedét a szlovákiai speleológiai kutatómunkának szentelte. A munkásságát méltató *P. Janáček* így jellemzi: „Vojtech Benický, dlhorocny kapitán slovenskej speleológie” — a szlovák speleológia sok éven át fáradhatatlan kapitánya. Az örökké mosolygós, segítőkész, kedves barátunkat, Vojtech Benický-t a szlovákiai barlangokat látogató magyar karszt- és barlangkutatók jól ismerik, és őszintén csatlakoznak a születési évforduló alkalmából kifejezett jókívánságokhoz.

Kiadványunk terjedelme nem teszi lehetővé, hogy részletesebben foglalkozzunk a *Slovensky Kras VI.* kötetének gazdag tartalmával. Csupán szemléltetésül néhány olyan jelentősebb tanulmány címét említjük meg, amelyek nálunk is érdeklődésre tarthatnak számot:

Svatopluk Kámen: Driencany környéki karszt. (Driencany, Rimaszombattól ÉK-re 10 km-re a Blh-(Balog-) patak mellett található.) *Pavol Janáček*: A Penninekben levő „Haligovské skaly” karszt kutatása. *Anton Porubský*: A források struktúrája Liptovsky Jánban és a karsztvizek. *Andrej Stollmann*: Denevérek előfordulása ÉNy- és Közép-Szlovákiában. *Zdeněk Seda*: A Szilicei-fennsík szakadékeinak növényzete. *František Skrivánek*: „Clare area” blokk-karszt Ny-Irországban. *Pavol Janáček*: A szlovákiai karsztvidékek térképe és katasztere elkészítésének alapelvei és módszere.

Néhány cím a rövidebb cikkek közül: *Vízfestés a „Mokrá polana”-n* (Murányi-fennsík). Adalékok a Sloboda- (Szabadság-) barlang történetéhez. A „barlangfelfedezés” („felfedező”) fogalma. Szlovákiai karszt- és barlangirodalom 1930-tól 1945-ig. Barlangi mentésügyi szeminárium. Különböző szlovákiai barlangkutató csoportok beszámolóí. B.D.



NÉPSZERŰ ÚJ KÖNYVEK

J. Viehmann, G.H. Racovita, M. Serban:
DIE EISHÖHLE VON SCARISOARA
(Szkerisórai-jégbarlang)

Bukarest

A könyv barlangi fotóalbum, amelyet a szerzők saját fotógyűjteményükből a híres román bioszpeológus, Emil Racovita születésének századik évfordulója alkalmából állítottak össze. A kisméretű, de reprezentatív külsejű műhöz Joan Grigorescu írt előszót.

A sok szép kép között rövid, de tanulságos ismeretéseket olvashatunk. A barlangi Nagy-teremben mintegy 75.000 m³ jég foglal helyet, amelynek eredete a jégkorszakba vezethető vissza, amikor a Bihar-hegység legmagasabb részeit jégtakaró fedte. A barlangi jég a későbbi felmelegedések során természetesen többször eltűnt, illetve tömege változott. Emil Pop professzor pollen vizsgálatai szerint a jelenlegi jégkúp legalsó rétegei 3500 évvel ezelőtt keletkeztek. A Nagy-teremben a hőmérséklet télen -7 C°-ig süllyed le, nyáron +1 C°-ig emelkedik.

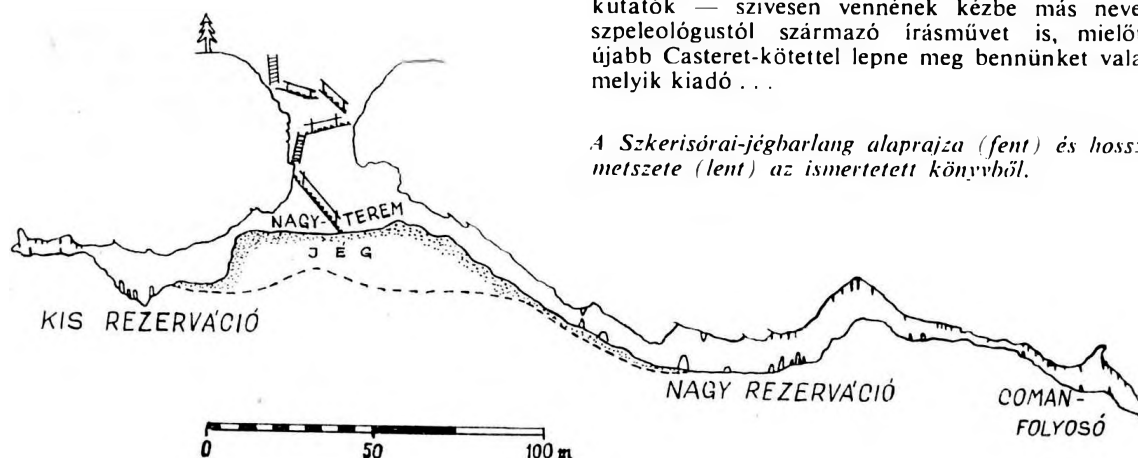
Norbert Casteret:

MUTA, A BARLANG LÁNYA

Újabb Casteret fordítással gazdagodott a barlangkutatásról szóló népszerűsítő irodalmunk: az Univerzum Könyvtár sorozatban nagyalakú, gazdagon illusztrált kötetben jelent meg magyar nyelven az ismert francia barlangkutató és autodidakta ősrégész két írása. Az első, a könyv címét is adó „Muta, a barlang lánya”, a barlangban lakó elődeink életét eleveníti fel; a második írása: „A földkéreg-akció” Verne-stílusú fantasztikus regény a Föld kérgében közlekedő különleges járműről, a „Tatu” nevű kéregjáróról.

Norbert Casteret kétségtelenül jó tollú barlangkutató, aki ugyan már kora miatt nemigen jár barlangba, de múltbeli bőséges tapasztalataiból annál többet ad közre népszerű barlangregények formájában. Nem kívánom Casteret írói érdemeit kisebbiteni, — bár a szóban forgó írások nem tartoznak a legsikerültebb művek közé — csupán a hazai könyvkiadók figyelmét szeretném felhívni, hogy a barlangos tárgyú művek megvétele előtt nagyobb körültekintéssel nézzenek szét a külföldi könyvpiaccon. Sok érdekes, tanulságos könyv jelent meg Európában az elmúlt években a barlangok kutatásáról, s a hazai olvasók — de mindenekelőtt a barlangkutatók — szívesen vennének kézbe más neves szpeleológustól származó írásművet is, mielőtt újabb Casteret-kötettel lepne meg bennünket valamelyik kiadó...

A Szkerisórai-jégbarlang alaprajza (fent) és hosszmetsete (lent) az ismertetett könyvből.



Bokodi Béla

30 NAP A FÖLD ALATT

A Szemlő-hegyi-barlang 1967. február 15-től március 16-ig föld alatti táborozás színhelye volt. Az expedíció kapcsán adatokat gyűjtöttek arról, hogy miképpen alkalmazkodik az emberi szervezet a barlangi mikroklíma feltételeihez, milyen lesz a munkabírása és hogyan működnek a belső szabályozó rendszerek. Az expedíciót Berkesi Lajos és Palánkai János szervezték meg, a föld alatti tábor felelős vezetője végül is Berkesi lett (44 éves). A tábor résztvevői még: Pais György (23 éves), Mátyus Károly (31), Eggenhofer Péter (22), Fülöp Imre (20), Bokodi Béla (33), Hamar Mária (20) és Végh Margit (29). A tábor megkezdése előtt valamennyi résztvevő részletes orvosi vizsgálaton esett át a Sportkórházban, majd a lenttartózkodás alatt nyolc alkalommal egy orvosi csoport ellenőrző vizsgálatokat végzett, s végül a feljövétel után ismét részletes kivizsgálás következett.

Eddig a száraz beszámoló a vállalkozásról. S hogy az csemények még sem sikkadtak el a nagyközönség számára, azt Bokodi Béla újságírónak, a Magyar Televízió munkatársának köszönhetjük, aki egészen véletlenül, — mint légy a tejbe, — cseppent bele ebbe a vállalkozásba. Mint „outsider”, aki még sohasem vett részt barlangkutatásban, könnyed, szellemes naivitással írja le a számára szokatlan élményt. Oly gördülékeny, olvasmányos az írás, hogy még mi, szörszálhasogató öreg barlangászok is nagy élvezettel olvashatjuk az egyébként „outsidereknek”, az olvasók szélesebb táborának szánt művet.

Alfred Bögli:

IM BANNE DER GROSSEN HÖHLE
(Nagy barlang fogságában)

Stuttgart, 1965.

A világszerte ismert, svájci barlangkutató, dr. Alfred Bögli tanár ebben az új könyvében népszerű, de sok ismeretet nyújtó formában beszéli el egyik legizgalmasabb barlangi expedíciójukat. A svájci Muota-völgyben levő *Hölloch* nevű barlangba ereszkedtek le térképezési munkára. Közben heves zápor kerekedett, és a barlangba ömlő víztömeg elvágta a kutatók visszatérési útját. Mivel az esős időjárás tartóssá vált, a szifonok nem nyitak meg, és az egynaposra tervezett látogatásból tíz napos barlangfogság lett. Bögli tanár naplószerű, izgalmas leírást nyújt a megmenekülésükig eltelt időről és szabadulásukról.

Sok érdekes adatot is megtudhatunk a Hölloch-ről, Bögli professzor könyvéből. Kiderül például, hogy az Európa leghosszabb barlangjának számító üregrendszer (1967-ben a felmérés már a 93.336 méternél tartott, függőleges kiterjedésben pedig 577 métert mutattak ki) mindössze 20 km²-nyi területű vízgyűjtő területtel (5 × 4 km ?) rendelkezik.

S. F.



Mélység felett . . . Részlet a Szemlő-hegyi-barlangból.

Marcia Bleahu, Sever Bordea:

MUNTII APUSENI, BIHOR-VLADEASA

Oradea, 1967.

A 334 oldalas könyv tulajdonképpen a Bihar-hegység turistakalauza, de amint belelapozunk, nyomban kiderül, hogy több annál. A Bihar-hegység ismertetésénél a karsztos jelenségekkel első helyen illik foglalkozni, hiszen azok dominálnak a területen, számunkra azonban külön öröm az, hogy a toll éppen a legnevesebb román speleológusok kezébe került. Így nem véletlen, hogy a könyvet sok szép barlangi fotó díszíti, megtaláljuk a szövegek közt valamennyi nagyobb bihari barlang térképét, megismerhetjük a felszíni karsztjelenségeket, a víznyelők-barlangok-források számos összefüggését stb. A szerzők hat zsombolyt és 43 más típusú barlangot ismeretnek. Az utóbbiak közt szerepel a híres Szkerisórai-jégbarlang, a Meziádi-barlang (Balogh E. professzor térképével; a barlang hossza 3464 m), a cseppkövekben igen gazdag Pojarul Politei-barlang, a Virtopi-jégbarlang stb.

A könyv román nyelven íródott, de hála egyszerű, világos szerkezetének, a sok térképnek és vázlatnak, a románul nem tudó külföldi turisták és barlangkutatók is hasznosan forgathatják lapjait.

B.D.

Пещеры

A permi Karsztológiai és Szepleológiai Intézet gondozásában megjelent a Pescseri (Barlangok) c. kiadványsorozat 1966. évi, sorrendben a 6. kötete.

A több tucat tudományos dolgozat, beszámoló és közlemény között tallózva, a következők ragadták meg figyelmünket:

Makszimovics G. A. — Beltyukov G. V.: Sóképződmények bányákban. — A szerzők ismertetik az urali sóbányákból származó sósztalaktitok kémiai és egyéb vizsgálati eredményeit. A sókiválások általában háromféle módon képződhetnek: kondenzációs vizekből, elsődleges és stagnáló sóoldatokból.

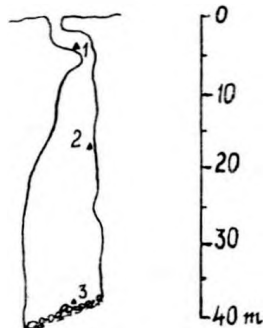
A *kondenzációs oldatokból* általában kúpformájú, 2–3 cm átmérőjű és 20–25 cm hosszú sztalaktitok képződnek. Érdekes, hogy az ilyen sósztalaktitok növekedése a kalcitcseppkövekhez képest igen gyors: 0,1–0,2 mm óránként, 0,01–0,005 l/perc vízutánpótlás esetén. Az üregekbe *elsődlegesen beszivárgó* sós oldatokból származó képződmények ritkábbak és kisebbek. A *stagnáló* sós oldatokból sóoolitok (barlangi gyöngyök) is keletkezhetnek, átmérőjük pár millimétertől 3 cm-ig; a sztalaktitok eredeti formái virághoz vagy korallhoz hasonlítanak. A kondenzációs sztalaktitok — időszakos, szezonális jelenségek és szoros kapcsolatban állnak az üregek mikroklímájának változásával.

Ugyancsak a sóképződményekkel foglalkozik *Makszimovics G. A., Beltyukov G. V. és Golubev B. M.*: Föld alatti tavak sóképződményei c. cikke is.

A permi körzet barlangjaiban található jégfelhalmozódások kémiai vizsgálatáról olvashatunk *Makszimovics G. A. — Panarina G. N.* cikkében. A Kunguri-jégbarlangból származó mintákban Mn, Ti, Cu, Sr, Al és Fe elemeket mutattak ki.

Az igen termékeny *Makszimovics G. A.* professzor *Bikov V. N.*-nel együttműködve fényképekkel illusztrált tanulmányt írt a karsztos üregekben másodlagosan kivált kalcit mélységbeni akumulációjáról.

Dorofjev E. P. a Kunguri-jégbarlang gipszkristályaival és kalcitlemezeivel kapcsolatos laboratóriumi vizsgálatait ismerteti.



Sutov Ju. I.: A krimi karsztaknak levegőjének vizsgálata. A szerző a 40 m mély Bezdonnaja-zsomboly adatait közli (Agarmis-hegy), amelynek függőleges szelvényét — a mérőpontok bejelölésével — bemutattuk. A cikkben a következő táblázatot találjuk:

Mélység m	Mintavétel időpontja	Százalékos tartalom			
		CH ₄	N	CO ₂	O ₂
5	1964. IX. 12.	0,20	80,00	2,47	17,40
15	1964. IX. 12.	0,26	80,89	4,00	14,85
40	1964. IX. 12.	0,43	81,47	3,20	14,90
5	1965. I. 2.	nincs	79,20	0,50	20,30
20	1965. I. 2.	nincs	78,60	0,50	20,90
40	1965. I. 2.	nincs	79,10	0,50	20,40

A zsomboly levegőjének széndioxid tartalma télen 17-szer, nyáron 80–130-szor magasabb, mint a felszíni levegőé. A nyári időszak magas CO₂ értéke a szerves anyagok fokozottabb bomlási folyamatával függ össze.

Iljuchin V. V. — Pedanov J. E.: Viszonylagos magasság meghatározása barlangban. A szerzők praktikus tanácsokkal, képletekkel szolgálnak a barlangban aneroiddal magasságmérést végzők számára.

B. D.

50 évvel ezelőtt....

A *Barlangkutatás* című, „évenként négyszer megjelenő folyóirat” 1913. évi számait böngészem. A megfakult, sárguló lapok a századeleji magyar barlangkutatók sok értékes dolgozatát tartalmazzák. A tudományos értekezéseket különféle hírek, közlemények egészítik ki. Ezek között olvastam a következőt:

„Tájékoztató az Aggteleki Baradla-barlangról

A barlang három vasúti állomásról közelíthető meg, és pedig: 1. Budapest, Miskolcz, Kassa és a Magas-Tátra felől Szinről, 2. Gömör felől Tornaljáról és 3. a Magas-Tátra felől Dobsinán át Pelsőczről. A barlang bejáratai mindhárom állomásról kocsin másfél óra alatt érhetők el. Kocsidíj 4–5 személy után 10 korona. A barlangnak két bejárata van: Aggteleken és Jósuvafőn. Az aggteleki bejáratnál szállás és ellátás is kapható.

Látogatási idő: az aggteleki bejáratnál délelőtt 11 és este 7 órakor; a jósuvafői bejáratnál délelőtt 10 és este 7,5 órakor. Belépő díj: személyenként 3 korona, melyben a világítás (2 db gyertya) is bennfoglaltatik. A magnéziumfényvel való világítás külön fizetendő. Ha a hivatalosan megállapított látogatási időkben csak egy látogató jelentkezik, a vezető akkor is tartozik vezetni, ilyen esetben azonban két belépőjegy váltandó. A hivatalos látogatási időkön kívül a barlang megtekintése csakis előzetes bejelentés és csoportonként 5 korona vezetődíj fizetése mellett engedtetik. Tanintézetek, hivatalos kirándulásaik alkalmával — amennyiben ezt előzetesen bejelentik — személyenként 1 korona belépődíjat fizetnek.

Mindkét bejáratnál indítvány és panaszkönyv áll a közönség rendelkezésére.”

(*Barlangkutatás*, 1913. I. kötet, 185–186. o. *Móricz J. dr.*) B. D.

HAZAI *Karszt-és barlangkutatói* ESEMÉNYEK

DR. BALOGH ERNŐ 85 ÉVES

Dr. Balogh Ernő nyugalmazott egyetemi tanár, a magyar geológus társadalom nagy öregje, az erdélyi karszt- és barlangkutatás egyik úttörője, 1967. július 24-én töltötte be 85. életévét.

Tanulmányait a Kolozsvári Tudományegyetemen végezte, ahol 1905–1914. között az ásvány-földtani tanszéken dr. Szádeczky-Kardoss Gyula professzor tanársegéde volt. Az első világháború után Kolozsváron, mint középiskolai természetrajz-földrajz tanár, több mint húsz éven át, töretlen helytállással nevelte a természet szeretetére és tudományai megismerésére Erdély fiatal nemzedékeit. 1940-től a Kolozsvári Tudományegyetem földtani tanszékének, majd 1945-től ugyanott a Bolyai Egyetem ásvány-közzettani tanszékének vezető tanára volt, egészen 1959-ig, nyugalomba vonulásáig.

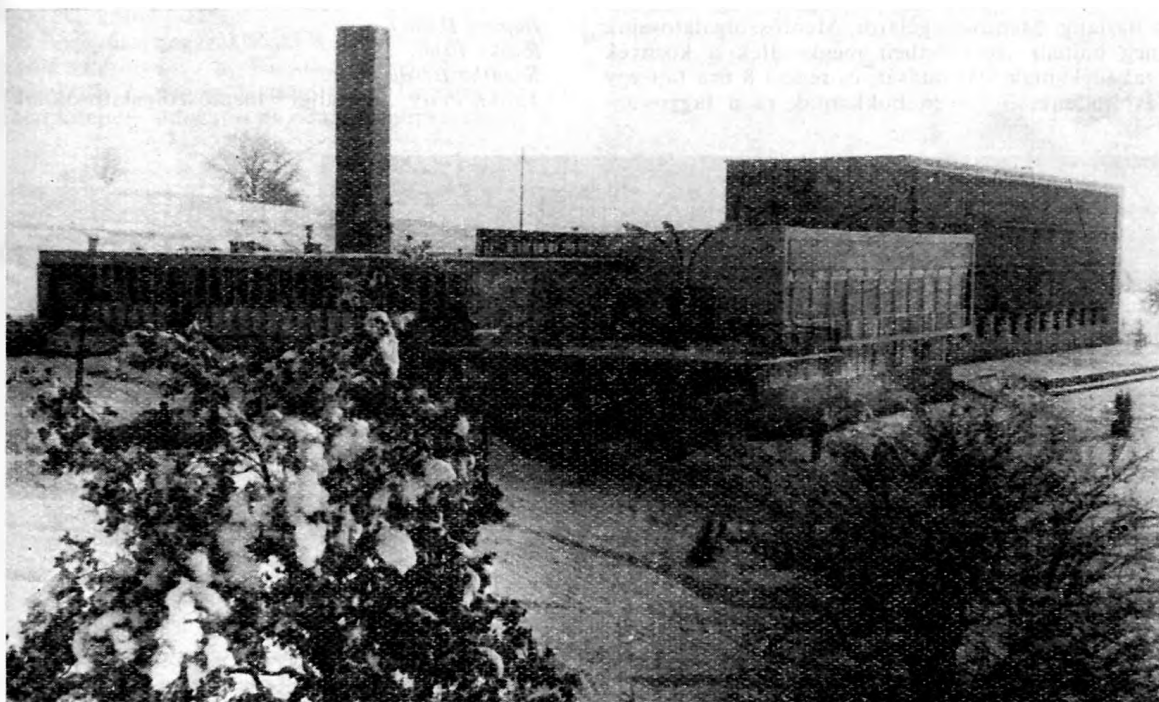
Tudományos munkássága kiemelkedő volt a karszt- és barlangkutatás terén is. Több tanulmányban foglalkozott a források kalcium tartalmával és a barlangok addig kevésbé ismert ásványával, a lublinittel. A Bolyai Tudományegyetem tízéves (1945–1955.) emlékkönyvében megjelent erről szóló kiemelkedő értékezésében kimutatta, hogy a barlangok cseppkőképződményei eredetükben jórészt lublinit származékok. Feltérképezte és leírta a meziádi Csárán-barlangot, a Komárniki-barlangot, a bánási Szarvas-barlangot stb. Az Erdélyi Múzeum című folyóiratban különféle barlangi őslatti és ősemberi leletekről számos tudományos cikke jelent meg. A kolozsvári Püsztor-tüzből a bihari barlangokat több éven át népszerű cikksorozatban ismertette. Számtalan barlangvonatkozású közlemény látott napvilágot még a kolozsvári „Erdély”-ben, s több ifjúsági lapban is. Társulatunk folyóiratai, a Karszt és Barlang, valamint Tájékoztatónk is több írását közölte.

Mint az Erdélyi Múzeum Egyesület Természettudományi Szakosztályának és az Erdélyi Kárpát Egyesületnek hosszú időn át volt elnöke, előadások és kirándulások keretében igen sokat tett a természettudományos ismeretterjesztés terén is.

Köszöntjük Balogh Ernőt, Erdély földjének és barlangjainak egyik legjobb ismerőjét, a geológusok társadalmának nesztörát, kívánunk neki jó egészséget és további békés munkálkodást.

Dr. Csiky Gábor

Felépült és átadták rendeltetésének az észak-borsodi barlangvidék legújabb létesítményét: az aggteleki Cseppkő Szállót.





MENTÉSI KRÓNIKA 1967

A kimentett csömöri fiatalok.

1967. augusztus 21-én három fiatal csömöri fiú barlangtúrásra indult. Minthogy még másnap dél előtt sem érkeztek haza, hozzátartozóik a Barlangi Mentőszolgálathoz fordultak segítségért. Mentőszolgálatosaink még délután folyamán felkutatták és felszínre hozták a három elveszett fiút, akik a *Ferenc-hegyi-barlang* útvesztő járataiban teljesen eltévedtek.

1967. október 9-én gyakorlatozó mentőszolgálatosaink a Pilis-hegységben, a Vadálló-kövek — Rám-szakadék környékének tervszerű átfésülése során, a *Rám-szakadékban* balesetet szenvedett kisdíákra találtak. A szakadékban lezuhant kisfiú súlyos csonttöréseket szenvedett, és vele lévő hasonlókorú társai nem tudtak segíteni rajta. Mentőszolgálatosaink a súlyos sérültet a szakadékból kiemelték, a műtőig szállították, ahonnan a rendelkezésükre álló rendőri riadóautó vitte kórházba a balesetet szenvedett kisdíákot.

1967. november 24-én délelőtt a visegrádi üdülőből egy 76 éves nyugdíjas sétálni indult a fellegrvár irányába. Minthogy késő délutánig nem tért vissza, üdülőtársai keresésére indultak, majd sötétedés után a rendőrség is átkutatta a környéket, de az idős embert nem sikerült megtalálni. Az éjszaka folyamán a Pestmegyei Rendőrfőkapitányság riasztotta a Barlangi Mentőszolgálatot. Mentőszolgálatosaink még hajnali szürkületben megkezdtek a környék szakadékeinak átkutatását, és reggel 8 óra tájt egy távoli, félreeső helyen bukkantak rá a fagyos éj-



szakában erősen áthűlt idős emberre, aki törött bokával, zúzódásokkal magatehetetlenül hevert a szakadék alján, ahová előző nap déltájt, séra közben zuhant le. Az orvosok megállapítása szerint, ha a mentőszolgálatosaink nem találják rá, az erősen áthűlt idős ember 1—2 óránál tovább már nem maradt volna életben. A mélységből való kiemelés után a mentők kórházba szállították.

A Barlangi Mentőszolgálat tagjai 1967. évben tehát 5 ember életét mentették meg.

A Barlangi Mentőszolgálat tagjai részére az Országos Mentőszolgálat középfokú mentőtanfolyamot rendezett, melynek anyagából mentőszolgálatosaink eredményes vizsgát tettek.

Dr. Dénes György

KITÜNTETÉSEK

A Magyar Vöröskereszt Elnöksége 1967. évben a Barlangi Mentőszolgálat öt tagját részesítette többszörös életmentésért kitüntetésben.

A Magyar Vöröskereszt „Érdemes Munkáért” kitüntetését adományozta az Elnökség

dr. Dénes Györgynek, a BMSZ vezetőjének, a Vöröskereszt „Jó munkáért” kitüntetését adományozta

Bajomi Dániel,

Ránczy Ernő,

Szenthe István és

Taródi Péter barlangi mentőszolgálatosoknak.



Rendőrségi riadóautó szállítja a mentőszolgálat tagjait a helyszínre. (A felvétel a Ferenc-hegyi-barlang bejárata előtt készült 1967. aug. 22-én, Sándor Gy. felv.)

Társulati élet



KÖZGYŰLÉS

A Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat soron levő évi közgyűlését 1967. július 23-án tartotta a Bányaipari Dolgozók Szakszervezetének székházában.

Az elnöki tisztet betöltő *dr. Kessler Hubert* társelnök nyitotta meg az ülést. Bevezetőjében közölte, hogy a Nehézipari Minisztérium 1966 augusztusában megszüntette a Társulat feletti felügyeleti jogkör gyakorlását. Mivel ez a döntés alapjaiban rendítette meg a Társulat létét és munkáját a közgyűlést megelőző időszakban a legfontosabb társulati tevékenység e kérdés rendezésére irányult, azonban az a közgyűlés időpontjáig nem nyert végleges megoldást.

Dr. Dénes György főtítkári beszámolójában ismertette a Társulat munkáját, amelyre — főleg a nyilvános tudományos rendezvények megszervezése terén — kedvezőtlenül nyomta rá bélyegét a Társulat jogi helyzetének rendezetlensége. A kutató csoportok eredményes munkáját azonban a kedvezőtlen fejlemények lényegesen nem befolyásolták.

Szilvassy Gyula gazdasági titkár előterjesztésére — *dr. Szathmáry Sándor*, a számvizsgáló bizottság elnökének észrevételei után — a közgyűlés elfogadta és jóváhagyta a Társulat 1966. évi zárszámadását és 1967. évi költségvetését.

A közgyűlés jegyzőkönyvi köszönetét fejezte ki *Jamrik Károlynak*, a Társulat társelnökének és *Schönviszky László* irodavezetőnek a Társulat érdekében kifejtett áldozatos és odaadó munkájukért.

AGGTELEKI TERVEK

Az aggteleki barlangvasút tervdokumentációját készítette el diplomatervül a Budapesti Műszaki Egyetem vasútépítési tanszékének három végzős hallgatója: Fekete József, Kerekes Kálmán és Ozorák Ottó. A tervekben 2,7 km hosszúságú útszakasz szerepel: a Vöröstói-bejáratától a Vaskapuig. A keskenyvágányú pályán a forgószármolyos kis-

vonatok 6-8 km-es óránkénti sebességgel közlekednének. Az akkumulátoros mozdony és az akkumulátortöltő berendezés számára olyan barlangi garázst terveztek, amelynek ajtaját vízmentesen le lehet zárni, így az esetleges nagyobb barlangi árhullámok sem tudnak kárt okozni. A tervező fiatalok számításai szerint az egész beruházás nem tesz ki annyit, mintha járdaépítéssel és villanyvilágítással oldanák meg ennek a barlangszakasznak a járhatóvátételét. Ugyanakkor a barlangi kisvasút turista-vonzása sokkal nagyobb, és a befektetések rövid idő alatt megtérülnek. (Ezek után érdeklődéssel várjuk, mint tesznek az ügyben az „illetékesek”?)

*

Az aggteleki Baradla-barlang cseppkövekkel díszített hangversenytermébe — fűtést szeretnek. A szakemberek egyik elképzelése: a nézőtéri ülőhelyek alá miniatűr elektromos fűtőtesteket szerelnek; más megoldás: kellemes meleget adó fűtőpaplanokat helyeznek a padokra. A tervek szerint a hangversenyterem fűtését 1970-re oldják meg.

Szeretettel köszöntjük a 65 éves Schönviszky Lászlót, aki több mint négy évtizede fáradhatatlanul szolgálja a magyar barlangkutatók ügyét!



INHALT

STUDIEN

<i>Dr. Sándor Láng</i> : Die Entwicklung der Dinarischen Karstgebiete Jugoslawiens (I. Teil)	1
<i>Dr. Dénes Balázs</i> : Die Karsthöhlen Indonesiens	7
<i>László Maucha</i> : Die Karstsaugheber als hydraulische Relais	11
<i>Miklós Gáboros</i> : Die Untersuchung der Jósvalöcher Nagytohonya-Quelle	17
<i>Ferenc Cser</i> : Das Problem der Bildung von Heliktiten	21
<i>Kálmán Barátosi</i> : Die Burghöhle in Buda	29
<i>Lajos Révész</i> : Die Erschliessung der „Märchenwelt“ in Baradla-Höhle	31
<i>Tamás Hazslinszky</i> : Angaben zu den Quellen des Alsó-hegy	33
<i>Attila Kósa</i> : Statistische Untersuchung der Tektonik von der Karstschächte des Alsó-hegy	37

RUNDSCHAU

Neue experimentale Angaben zur Lösung des Kalzit-Aragonit-Problem (<i>István Viczián</i>)	40
<i>Ausländische Nachrichten, Rundschau</i>	
Neue populäre Höhlenliteratur	42
<i>Inländische Ereignisse in der Karst- und Höhlenforschung</i>	
<i>Dr. Ernő Balogh</i> 85 Jahre alt	45
<i>Das Leben der Gesellschaft</i>	47

ENHAVO

<i>D-ro Sándor Láng</i> : La evoluo de la dinaraj karstoj en Jugoslavio	1
<i>D-ro Dénes Balázs</i> : Pri la karstaj grotoj de Indonezio	7
<i>László Maucha</i> : Karstaj sifonoj kiel hidraulikaj relajsoj	11
<i>Miklós Gáboros</i> : Esploro de la fonto „Nagytohonya“ en Jósvalö	17
<i>Ferenc Cser</i> : La problemaro pri la kreskado de la heliktitoj	21
<i>Kálmán Barátosi</i> : Subfortikaja grotaro en Buda	29
<i>Lajos Révész</i> : Malkovro de la „Meseország“ en groto Baradla	31

СОДЕРЖАНИЕ

ДОКЛАДЫ

<i>Д-р Шандор Ланг</i> : Развитие динарского карста Югославии (I. часть)	1
<i>Д-р Денеш Балаж</i> : О карстовых пещерах Индонезии	7
<i>Ласло Мауха</i> : Карстовые сифоны — гидравлические реле	11
<i>Миклош Гадорос</i> : Исследования источника Надьтохоня в районе Йошвафё	17
<i>Ференц Чер</i> : Вопросы образования геликтитов	21
<i>Калман Баратоси</i> : Пещера под Будапештской крепостью	29
<i>Лайош Ревеш</i> : Раскрытие новых зал в пещере Барадла	31
<i>Тамаш Хазслински</i> : Данные об источниках в районе Алшохедь	33
<i>Аттила Коша</i> : Статистические исследования тектоники горы Алшохедь	37

ОБЗОР

Новые данные для решения проблемы кальцита-арагонита (<i>Иштван Вициан</i>)	40
<i>Иностранные известия, обзор журналов</i>	
Новые популярные книги о пещерах	42
<i>Происшествия в отечественных карстовых и пещерных исследованиях</i>	
<i>Д-ру Эрнё Балог</i> восемьдесят пять лет	45
<i>Общественная жизнь</i>	47

RECENZJOJ

Novaj eksperimentaj indikoj al la solvo de la problemaro pri kalkito-aronito (<i>I. Viczián</i>)	40
<i>Novajoj el eksterlando</i>	
Novaj popularaj libroj	42
<i>Enlandaj novaĵoj en la speleologio</i>	
<i>D-ro Ernő Balogh</i> estas 85-jara	45
<i>Asocia vivo</i>	



Jósvafő, Aggtelek...

Hideg téli reggelen Jósvafőn, a gőzölgő Jósua-patak partján. (Felső kép, készítette Balázs D.) Jobbra: Emléktáblák az aggteleki barlangbejáratnál. Az alsón egy kerek száz év előtti nevezetes eseményt örökített meg. Lent: Száz évvel később kutatóink egy Vass Imre-barlangbeli tükrükről térnek vissza. (Elöl: dr. Kessler H. és Maucha L.) Bognár Gy. felvétele.



